

**Doc 8168**  
**OPS/611**



**Procedimientos para los  
servicios de navegación aérea**

# **Operación de aeronaves**

---

**Volumen II**  
**Construcción de procedimientos de vuelo visual  
y por instrumentos**

Esta edición incorpora todas las enmiendas  
aprobadas por el Consejo antes del 3 de octubre de 2006  
y reemplaza, desde el 23 de noviembre de 2006, todas las  
ediciones anteriores del Doc 8168, Volumen II.

Quinta edición – 2006

**Organización de Aviación Civil Internacional**

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

*Perú.* Director Regional de la OACI, Oficina Sudamérica, Av. Víctor Andrés Belaúnde No. 147, San Isidro, Lima (Centro Empresarial Real, Vía Principal No. 102, Edificio Real 4, Floor 4)  
Teléfono: +51 1 611 8686; Facsímil: +51 1 611 8689; Correo-e: mail@lima.icao.int

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

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

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

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

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

11/06

## Catálogo de publicaciones y ayudas audiovisuales de la OACI

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

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

**Doc 8168  
OPS/611**



**Procedimientos para los  
servicios de navegación aérea**

# **Operación de aeronaves**

---

**Volumen II**  
**Construcción de procedimientos de vuelo visual  
y por instrumentos**

Esta edición incorpora todas las enmiendas  
aprobadas por el Consejo antes del 3 de octubre de 2006  
y reemplaza, desde el 23 de noviembre de 2006, todas las  
ediciones anteriores del Doc 8168, Volumen II.

Quinta edición – 2006

**Organización de Aviación Civil Internacional**

## ENMIENDAS

La publicación de enmiendas se anuncia periódicamente en los suplementos del *Catálogo de publicaciones de la OACI*; el Catálogo y sus suplementos pueden consultarse en el sitio web de la OACI: [www.icao.int](http://www.icao.int). Las casillas en blanco facilitan la anotación de estas enmiendas.

## REGISTRO DE ENMIENDAS Y CORRIGENDOS

[illegible][illegible]



# ÍNDICE

	<i>Página</i>
<b>PREÁMBULO .....</b>	<b>(xv)</b>
<b>PARTE I. ASPECTOS GENERALES .....</b>	<b>I-(i)</b>
<b>Sección 1. Definiciones, abreviaturas y acrónimos y unidades de medida .....</b>	<b>I-1-(i)</b>
Capítulo 1. Definiciones .....	I-1-1-1
Capítulo 2. Abreviaturas y acrónimos .....	I-1-2-1
Capítulo 3. Unidades de medida .....	I-1-3-1
<b>Sección 2. Principios generales .....</b>	<b>I-2-(i)</b>
Capítulo 1. Generalidades .....	I-2-1-1
1.1 Introducción .....	I-2-1-1
1.2 Áreas .....	I-2-1-1
1.3 Franqueamiento de obstáculos .....	I-2-1-2
1.4 Ejemplos de cálculo .....	I-2-1-2
1.5 Marcaciones, derrotas y radiales .....	I-2-1-2
1.6 Precisión de la utilización del sistema de navegación .....	I-2-1-3
1.7 Aumento de altitudes/alturas para zonas montañosas .....	I-2-1-3
1.8 Precisión de las cartas .....	I-2-1-3
1.9 Presentación de obstáculos destacados y cotas en las cartas .....	I-2-1-3
1.10 Base de datos de características de aeronave .....	I-2-1-4
1.11 Promulgación .....	I-2-1-4
Apéndice del Capítulo 1. Tabla de equivalencias para convertir IAS en TAS .....	I-2-1-Ap-1
Capítulo 2. Puntos de referencia de área terminal .....	I-2-2-1
2.1 Generalidades .....	I-2-2-1
2.2 Puntos de referencia de área terminal .....	I-2-2-1
2.3 Tolerancia de los puntos de referencia y área de tolerancia de los puntos de referencia determinados por intersecciones .....	I-2-2-2
2.4 Tolerancia del punto de referencia para otros tipos de instrumentos de navegación .....	I-2-2-2
2.5 Tolerancia del punto de referencia en la vertical de una estación .....	I-2-2-4
2.6 Aplicación operacional de puntos de referencia para la planificación de los procedimientos de vuelo .....	I-2-2-5

	<i>Página</i>
2.7 Utilización de los puntos de referencia para el descenso y el consiguiente franqueamiento de obstáculos .....	I-2-2-6
2.8 Área de protección para VOR y NDB .....	I-2-2-7
Capítulo 3. Construcción del área de viraje .....	I-2-3-1
3.1 Generalidades .....	I-2-3-1
3.2 Construcción del límite interior del viraje .....	I-2-3-2
3.3 Construcción del límite exterior del viraje .....	I-2-3-2
Capítulo 4. Garantía de calidad .....	I-2-4-1
4.1 Generalidades .....	I-2-4-1
4.2 Proceso de los procedimientos de vuelo por instrumentos .....	I-2-4-1
4.3 Obtención de información para el diseño de procedimientos .....	I-2-4-2
4.4 Diseño de procedimientos .....	I-2-4-2
4.5 Documentación del diseño de procedimientos .....	I-2-4-2
4.6 Validación en tierra y en vuelo .....	I-2-4-3
4.7 Calificaciones y formación de diseñadores de procedimientos .....	I-2-4-4
4.8 Diseño de procedimientos automatizado .....	I-2-4-5
<b>Sección 3. Procedimientos de salida .....</b>	<b>I-3-(i)</b>
Capítulo 1. Introducción a los procedimientos de salida .....	I-3-1-1
1.1 Generalidades .....	I-3-1-1
1.2 Consulta .....	I-3-1-1
1.3 Normalización .....	I-3-1-1
1.4 Economía .....	I-3-1-1
1.5 Rutas .....	I-3-1-1
1.6 Textos conexos .....	I-3-1-2
1.7 Operaciones anormales y de emergencia .....	I-3-1-2
Capítulo 2. Conceptos generales para procedimientos de salida .....	I-3-2-1
2.1 Establecimiento de procedimientos de salida .....	I-3-2-1
2.2 Principios de diseño .....	I-3-2-1
2.3 Comienzo del procedimiento de salida .....	I-3-2-2
2.4 Fin del procedimiento de salida .....	I-3-2-2
2.5 Margen mínimo de franqueamiento de obstáculos (MOC) .....	I-3-2-2
2.6 Superficies de identificación de obstáculos (OIS) .....	I-3-2-3
2.7 Pendiente de diseño del procedimiento (PDG) .....	I-3-2-3
2.8 Trayectoria de vuelo media .....	I-3-2-3
2.9 Precisión de las cartas .....	I-3-2-4
2.10 Información específica suplementaria sobre altura/distancia .....	I-3-2-4
Capítulo 3. Rutas de salida .....	I-3-3-1
3.1 Generalidades .....	I-3-3-1

	<i>Página</i>
3.2 Salidas en línea recta .....	I-3-3-1
3.3 Salidas con viraje .....	I-3-3-3
Apéndice del Capítulo 3. Texto de orientación sobre cuestiones ambientales .....	I-3-3-Ap-1
Capítulo 4. Salidas omnidireccionales .....	I-3-4-1
4.1 Generalidades .....	I-3-4-1
4.2 Áreas .....	I-3-4-1
4.3 Identificación de obstáculos .....	I-3-4-2
4.4 Franqueamiento de obstáculos .....	I-3-4-2
Capítulo 5. Información publicada para procedimientos de salida .....	I-3-5-1
5.1 Generalidades .....	I-3-5-1
5.2 Salidas omnidireccionales .....	I-3-5-2
5.3 Altitudes/niveles de vuelo en las cartas .....	I-3-5-2
5.4 Otros requisitos .....	I-3-5-2
Capítulo 6. Operaciones simultáneas en pistas de vuelo por instrumentos paralelas o casi paralelas .....	I-3-6-1
6.1 Salidas por instrumentos desde pistas paralelas .....	I-3-6-1
6.2 Operaciones segregadas en pistas paralelas .....	I-3-6-1
<b>Sección 4. Procedimientos de aproximación y llegada .....</b>	<b>I-4-(i)</b>
Capítulo 1. Criterios generales para procedimientos de aproximación/llegada .....	I-4-1-1
1.1 Campo de aplicación .....	I-4-1-1
1.2 Construcción del procedimiento .....	I-4-1-1
1.3 Denominación de los puntos de referencia .....	I-4-1-1
1.4 Utilización de los tramos .....	I-4-1-2
1.5 Altitud/altura de procedimiento .....	I-4-1-2
1.6 Guía de derrota .....	I-4-1-2
1.7 Pendientes de descenso .....	I-4-1-2
1.8 Categorías de aeronaves .....	I-4-1-3
Capítulo 2. Tramo de llegada .....	I-4-2-1
2.1 Llegadas por instrumentos normalizadas .....	I-4-2-1
2.2 Llegadas omnidireccionales o por un sector .....	I-4-2-3
Capítulo 3. Tramo de aproximación inicial .....	I-4-3-1
3.1 Generalidades .....	I-4-3-1
3.2 Selección de altitud .....	I-4-3-1
3.3 Tramos de aproximación inicial (que no sean vectores radar) a base de derrotas en línea recta y arcos DME .....	I-4-3-2

	<i>Página</i>
3.4 Tramo de aproximación inicial utilizando un procedimiento de hipódromo .....	I-4-3-3
3.5 Tramo de aproximación inicial utilizando un procedimiento de inversión .....	I-4-3-5
3.6 Áreas del procedimiento de hipódromo y del procedimiento de inversión .....	I-4-3-7
3.7 Relación descenso máximo/tiempo nominal de alejamiento para un procedimiento de inversión o de hipódromo .....	I-4-3-9
3.8 Franqueamiento de obstáculos .....	I-4-3-10
Apéndice A del Capítulo 3. Aproximación inicial utilizando navegación a estima (DR) .....	I-4-3-Ap A-1
Apéndice B del Capítulo 3. Reducción de la anchura del área de una aproximación inicial en línea recta después del IAF y punto de enlace entre el área de aproximación inicial en línea recta y las áreas de procedimiento de inversión .....	I-4-3-Ap B-1
Apéndice C del Capítulo 3. Construcción de áreas de franqueamiento de obstáculos para procedimientos de inversión y de espera .....	I-4-3-Ap C-1
Capítulo 4. Tramo de aproximación intermedia .....	I-4-4-1
4.1 Generalidades .....	I-4-4-1
4.2 Selección de altitud/altura .....	I-4-4-1
4.3 Tramo de aproximación intermedia basado en una alineación de derrota en línea recta .....	I-4-4-1
4.4 Tramo intermedio comprendido en un procedimiento de inversión o de hipódromo .....	I-4-4-3
Capítulo 5. Tramo de aproximación final .....	I-4-5-1
5.1 Generalidades .....	I-4-5-1
5.2 Alineación .....	I-4-5-1
5.3 Pendiente de descenso .....	I-4-5-2
5.4 Altitud/altura de franqueamiento de obstáculos (OCA/H) .....	I-4-5-4
5.5 Promulgación .....	I-4-5-8
Apéndice A del Capítulo 5. Cálculos de la OCA/H en aproximaciones directas no alineadas .....	I-4-5-Ap A-1
Apéndice B del Capítulo 5. Aproximaciones que no son de precisión: aproximaciones con ángulo pronunciado .....	I-4-5-Ap B-1
Capítulo 6. Tramo de aproximación frustrada .....	I-4-6-1
6.1 Generalidades .....	I-4-6-1
6.2 Pendiente de ascenso y MOC .....	I-4-6-4
6.3 Aproximación frustrada en línea recta .....	I-4-6-5
6.4 Aproximación frustrada con viraje .....	I-4-6-6
6.5 Promulgación .....	I-4-6-12
Apéndice del Capítulo 6. Método perfeccionado para calcular el MAPt y las tolerancias de transición para un punto de aproximación frustrada definido por una distancia desde el FAF .....	I-4-6-Ap-1

	<i>Página</i>
Capítulo 7. Área de maniobra de aproximación visual (en circuito).....	I-4-7-1
7.1 Generalidades .....	I-4-7-1
7.2 Alineación y área .....	I-4-7-1
7.3 Franqueamiento de obstáculos.....	I-4-7-2
7.4 Método para reducir la OCA/H .....	I-4-7-3
7.5 Aproximación frustrada relacionada con la maniobra visual.....	I-4-7-3
7.6 Promulgación .....	I-4-7-3
Apéndice del Capítulo 7. Maniobras visuales utilizando derrotas prescritas .....	I-4-7-Ap-1
Capítulo 8. Altitudes mínimas de sector (MSA).....	I-4-8-1
8.1 Generalidades .....	I-4-8-1
8.2 Obstáculos en el área tope .....	I-4-8-1
8.3 Orientación de los sectores.....	I-4-8-1
8.4 Combinación de sectores de instalaciones adyacentes .....	I-4-8-2
8.5 Sectores cuyo centro es un VOR/DME o un NDB/DME.....	I-4-8-2
Capítulo 9. Cartas/AIP .....	I-4-9-1
9.1 Generalidades .....	I-4-9-1
9.2 Altitudes/niveles de vuelo en las cartas .....	I-4-9-1
9.3 Llegada .....	I-4-9-1
9.4 Aproximación .....	I-4-9-1
9.5 Denominación de procedimientos para cartas de llegada y aproximación .....	I-4-9-4
<b>PARTE II. PROCEDIMIENTOS CONVENCIONALES .....</b>	<b>II-(i)</b>
<b>Sección 1. Aproximaciones de precisión .....</b>	<b>II-1-(i)</b>
Capítulo 1. Sistema de aterrizaje por instrumentos (ILS) .....	II-1-1-1
1.1 Introducción.....	II-1-1-1
1.2 Tramo de aproximación inicial .....	II-1-1-4
1.3 Tramo de aproximación intermedia .....	II-1-1-4
1.4 Tramo de precisión.....	II-1-1-6
1.5 Tramo de aproximación frustrada .....	II-1-1-15
1.6 Aproximaciones de precisión simultáneas a pistas de vuelo por instrumentos paralelas o casi paralelas.....	II-1-1-19
1.7 Promulgación .....	II-1-1-20
Apéndice A del Capítulo 1. ILS: Aproximación frustrada con viraje asociada a una aproximación de precisión .....	II-1-1-Ap A-1
Apéndice B del Capítulo 1. ILS o MLS: Aproximaciones con ángulo de trayectoria de planeo pronunciado.....	II-1-1-Ap B-1
Apéndice C del Capítulo 1. Determinación de las alturas y distancias de descenso de la trayectoria de planeo ILS/elevación MLS .....	II-1-1-Ap C-1
Apéndice D del Capítulo 1. Aproximaciones paralelas independientes a pistas paralelas poco separadas.....	II-1-1-Ap D-1

Apéndice E del Capítulo 1. Cálculo de la altura de la superficie de evaluación de obstáculos .....	II-1-1-Ap E-1
Capítulo 2. ILS desplazado .....	II-1-2-1
2.1 Utilización de ILS Cat I con alineación de localizador desplazada .....	II-1-2-1
2.2 Criterios de franqueamiento de obstáculos .....	II-1-2-1
Capítulo 3. MLS .....	II-1-3-1
3.1 Introducción .....	II-1-3-1
3.2 Tramo de aproximación inicial .....	II-1-3-4
3.3 Tramo de aproximación intermedia .....	II-1-3-5
3.4 Tramo de precisión .....	II-1-3-6
3.5 Tramo de aproximación frustrada .....	II-1-3-16
3.6 Aproximaciones de precisión simultáneas a pistas de vuelo por instrumentos paralelas o casi paralelas .....	II-1-3-20
3.7 Promulgación .....	II-1-3-20
Capítulo 4. MLS desplazado .....	II-1-4-1
4.1 Uso de MLS Cat I con alineación de azimut desplazada .....	II-1-4-1
4.2 Criterios de franqueamiento de obstáculos .....	II-1-4-1
Capítulo 5. PAR .....	II-1-5-1
5.1 Operaciones en la fase de llegada .....	II-1-5-1
5.2 Aproximación intermedia .....	II-1-5-1
5.3 Aproximación final .....	II-1-5-2
5.4 Aproximación frustrada .....	II-1-5-2
5.5 Áreas de llegada y de aproximación inicial y márgenes de franqueamiento de obstáculos .....	II-1-5-2
5.6 Áreas de aproximación intermedia y final y márgenes de franqueamiento de obstáculos .....	II-1-5-3
5.7 Área de aproximación frustrada y margen de franqueamiento de obstáculos .....	II-1-5-4
<b>Sección 2. Aproximaciones que no son de precisión .....</b>	<b>II-2-(i)</b>
Capítulo 1. LOC únicamente .....	II-2-1-1
1.1 Generalidades .....	II-2-1-1
1.2 Aproximación intermedia .....	II-2-1-1
1.3 Tramo de aproximación final .....	II-2-1-1
Capítulo 2. MLS con azimut únicamente .....	II-2-2-1
2.1 Generalidades .....	II-2-2-1
2.2 Aproximación intermedia .....	II-2-2-1
2.3 Tramo de aproximación final .....	II-2-2-1
2.4 Promulgación .....	II-2-2-2

	<i>Página</i>
Capítulo 3. VOR o NDB sin FAF .....	II-2-3-1
3.1 Generalidades .....	II-2-3-1
3.2 Tramo de aproximación inicial .....	II-2-3-1
3.3 Tramo intermedio .....	II-2-3-1
3.4 Tramo de aproximación final .....	II-2-3-1
3.5 Pendiente de descenso .....	II-2-3-2
3.6 Uso del punto de referencia de escalón de descenso .....	II-2-3-3
3.7 Punto de aproximación frustrada (MAPt) .....	II-2-3-3
Capítulo 4. VOR o NDB con FAF .....	II-2-4-1
4.1 Generalidades .....	II-2-4-1
4.2 Tramo de aproximación inicial .....	II-2-4-1
4.3 Tramo de aproximación intermedia .....	II-2-4-1
4.4 Tramo de aproximación final .....	II-2-4-1
4.5 Punto de aproximación frustrada (MAPt) .....	II-2-4-2
4.6 Promulgación .....	II-2-4-3
Capítulo 5. DF .....	II-2-5-1
5.1 Generalidades .....	II-2-5-1
5.2 Pendiente de descenso .....	II-2-5-1
5.3 Tramo de aproximación inicial .....	II-2-5-1
5.4 Tramo intermedio .....	II-2-5-2
5.5 Tramo de aproximación final .....	II-2-5-2
5.6 Tramo de aproximación frustrada .....	II-2-5-3
Capítulo 6. SRE .....	II-2-6-1
6.1 Generalidades .....	II-2-6-1
6.2 Tramo de aproximación inicial .....	II-2-6-1
6.3 Tramo de aproximación intermedia .....	II-2-6-2
6.4 Tramo de aproximación final .....	II-2-6-3
6.5 Tramo de aproximación frustrada .....	II-2-6-4
<b>Sección 3. Criterios en ruta .....</b>	<b>II-3-(i)</b>
Capítulo 1. Rutas VOR y NDB .....	II-3-1-1
1.1 Generalidades .....	II-3-1-1
1.2 Áreas de franqueamiento de obstáculos .....	II-3-1-1
1.3 Franqueamiento de obstáculos .....	II-3-1-2
1.4 Construcción de áreas para rutas VOR y NDB .....	II-3-1-3
1.5 Altitud mínima en ruta (MEA) .....	II-3-1-6
1.6 Promulgación .....	II-3-1-6
Apéndice A del Capítulo 1. Rutas VOR y NDB — Método perfeccionado para la construcción de áreas de franqueamiento de obstáculos .....	II-3-1-Ap A-1
Apéndice B del Capítulo 1. Cálculos estadísticos para las áreas primaria y secundaria y sus ángulos de ensanchamiento .....	II-3-1-Ap B-1

	<i>Página</i>
<b>Sección 4. Criterios de espera .....</b>	<b>II-4-(i)</b>
Capítulo 1. Criterios de espera .....	II-4-1-1
1.1 Forma y terminología relacionadas con el circuito de espera .....	II-4-1-1
1.2 Procedimientos de entrada y de espera .....	II-4-1-1
1.3 Construcción de las áreas de espera .....	II-4-1-3
1.4 Condiciones especiales para la planificación de procedimientos de espera VOR/DME y la construcción de las áreas correspondientes .....	II-4-1-7
1.5 Promulgación .....	II-4-1-8
Apéndice A del Capítulo 1. Parámetros para la construcción del área de espera .....	II-4-1-Ap A-1
Apéndice B del Capítulo 1. Determinación de requisitos adicionales de franqueamiento de obstáculos para niveles mínimos de espera en zonas de terreno elevado o montañoso .....	II-4-1-Ap B-1
Adjunto a la Parte II. ILS: Antecedentes sobre el franqueamiento de obstáculos ILS y sobre los valores de actuación del equipo de a bordo y de tierra, relacionados con las superficies de evaluación de obstáculos de las Categorías I y II, utilizados en el modelo matemático .....	II-Adj-1
 <b>PARTE III. PROCEDIMIENTOS RNAV Y PROCEDIMIENTOS BASADOS EN SATÉLITES .....</b>	 <b>III-(i)</b>
<b>Sección 1. Principios fundamentales.....</b>	<b>III-1-(i)</b>
Capítulo 1. Conceptos RNAV .....	III-1-1-1
1.1 Generalidades .....	III-1-1-1
1.2 Error técnico de vuelo .....	III-1-1-2
1.3 Valores intermedios .....	III-1-1-3
1.4 Área de franqueamiento de obstáculos .....	III-1-1-3
1.5 Puntos de referencia .....	III-1-1-4
Capítulo 2. Procedimientos RNAV con GNSS básico .....	III-1-2-1
2.1 Generalidades .....	III-1-2-1
2.2 XTT, ATT y semianchura del área .....	III-1-2-1
Capítulo 3. Procedimientos RNAV con DME/DME .....	III-1-3-1
3.1 Generalidades .....	III-1-3-1
3.2 Requisitos de los equipos de a bordo y de tierra para procedimientos DME/DME .....	III-1-3-1
3.3 Precisión de utilización del sistema RNAV DME/DME .....	III-1-3-1
3.4 Tolerancia técnica de vuelo .....	III-1-3-2
3.5 Tolerancia de cálculo del sistema .....	III-1-3-2
3.6 XTT, ATT y semianchura del área .....	III-1-3-2
3.7 Cobertura de las ayudas para la navegación .....	III-1-3-3
3.8 Validación .....	III-1-3-4



	<i>Página</i>
Capítulo 4. Procedimientos RNAV con VOR/DME .....	III-1-4-1
4.1 Generalidades .....	III-1-4-1
4.2 Requisitos de los equipos de a bordo y de tierra para procedimientos VOR/DME .....	III-1-4-1
4.3 Precisión de utilización del sistema RNAV VOR/DME .....	III-1-4-1
4.4 Tolerancia técnica de vuelo .....	III-1-4-2
4.5 Tolerancia de cálculo del sistema .....	III-1-4-2
4.6 XTT, ATT y semianchura del área .....	III-1-4-2
Capítulo 5. Criterios generales para receptores GNSS con SBAS .....	III-1-5-1
5.1 Funcionalidad del equipo para SBAS .....	III-1-5-1
5.2 Tolerancias del sistema .....	III-1-5-1
5.3 Área de franqueamiento de obstáculos .....	III-1-5-2
Capítulo 6. Procedimientos RNAV con GBAS .....	III-1-6-1
(En preparación)	
Capítulo 7. RNP .....	III-1-7-1
7.1 Aplicación .....	III-1-7-1
7.2 Áreas de tolerancia del punto de referencia .....	III-1-7-1
7.3 Tolerancia técnica de vuelo .....	III-1-7-1
7.4 Valores RNP .....	III-1-7-1
7.5 XTT, ATT y semianchura del área .....	III-1-7-2
<b>Sección 2. Criterios generales .....</b>	<b>III-2-(i)</b>
Capítulo 1. Longitud mínima de un tramo limitado por dos puntos de recorrido .....	III-2-1-1
1.1 Generalidades .....	III-2-1-1
1.2 Determinación de la longitud mínima del tramo RNAV .....	III-2-1-1
1.3 Caso particular del tramo: DER — Primer punto de recorrido .....	III-2-1-3
1.4 Distancia mínima de estabilización .....	III-2-1-4
1.5 Determinación de la longitud mínima de un tramo RNAV limitado por, como mínimo, un punto de recorrido que no es punto de recorrido de viraje .....	III-2-1-5
Capítulo 2. Protección de virajes y evaluación de obstáculos .....	III-2-2-1
2.1 Generalidades .....	III-2-2-1
2.2 Método de arco de círculo .....	III-2-2-2
2.3 Método de espiral de viento/círculos limitadores .....	III-2-2-2
2.4 Método de viraje RF .....	III-2-2-4
2.5 Evaluación de obstáculos .....	III-2-2-5
Capítulo 3. Construcción de procedimientos RNAV con barras “T” o “Y” .....	III-2-3-1
3.1 Concepto general .....	III-2-3-1
3.2 Tramo de aproximación inicial .....	III-2-3-1
3.3 Tramo de aproximación intermedia .....	III-2-3-2
3.4 Tramo de aproximación final .....	III-2-3-3
3.5 Tramo de aproximación frustrada .....	III-2-3-3

	<i>Página</i>
Capítulo 4. Altitud de llegada a terminal (TAA) .....	III-2-4-1
4.1 Generalidades .....	III-2-4-1
4.2 Construcción .....	III-2-4-1
4.3 Área tope .....	III-2-4-1
4.4 Arcos y subsectores de escalón de descenso TAA .....	III-2-4-1
4.5 Promulgación .....	III-2-4-2
Capítulo 5. Codificación de la base de datos de navegación .....	III-2-5-1
5.1 Generalidades .....	III-2-5-1
5.2 Tipos de terminación de trayectoria .....	III-2-5-1
5.3 Aplicación del diseño de procedimientos .....	III-2-5-6
Apéndice del Capítulo 5. Reglas de codificación de terminación de trayectoria .....	III-2-5-Ap-1
Capítulo 6. Aplicación de bloque de datos FAS para SBAS y GBAS .....	III-2-6-1
6.1 Generalidades .....	III-2-6-1
6.2 Construcción .....	III-2-6-1
6.3 Campos requeridos de bloques de datos ajenos al FAS .....	III-2-6-1
6.4 Requisitos de calidad .....	III-2-6-2
Apéndice A del Capítulo 6. Descripción del bloque de datos FAS para SBAS .....	III-2-6-Ap A-1
Apéndice B del Capítulo 6. Codificación del bloque de datos FAS para SBAS .....	III-2-6-Ap B-1
<b>Sección 3. Construcción de procedimientos .....</b>	<b>III-3-(i)</b>
Capítulo 1. Procedimientos de salida .....	III-3-1-1
1.1 Generalidades .....	III-3-1-1
1.2 Salidas en línea recta .....	III-3-1-2
1.3 Anchura del área al comienzo de la salida .....	III-3-1-2
1.4 Salidas con viraje .....	III-3-1-2
Capítulo 2. Procedimientos de llegada y aproximación .....	III-3-2-1
2.1 Generalidades .....	III-3-2-1
2.2 Rutas de llegada .....	III-3-2-2
2.3 Tramo de aproximación inicial .....	III-3-2-2
2.4 Tramo de aproximación intermedia .....	III-3-2-3
2.5 Aproximación frustrada con viraje .....	III-3-2-4
2.6 Final del tramo de aproximación frustrada .....	III-3-2-4
Capítulo 3. Procedimientos de aproximación que no son de precisión .....	III-3-3-1
3.1 Generalidades .....	III-3-3-1
3.2 Tramo de aproximación final .....	III-3-3-1
3.3 Tramo de aproximación frustrada inicial e intermedia .....	III-3-3-2

	<i>Página</i>
Capítulo 4. APV/navegación vertical barométrica (BARO-VNAV) .....	III-3-4-1
4.1 Generalidades .....	III-3-4-1
4.2 Condiciones normalizadas .....	III-3-4-2
4.3 Tramo APV .....	III-3-4-2
4.4 Determinación de la OCH para obstáculos en aproximación y aproximación frustrada ...	III-3-4-6
4.5 Promulgación .....	III-3-4-7
Apéndice A del Capítulo 4. Corrección por temperatura .....	III-3-4-Ap A-1
Apéndice B del Capítulo 4. Algoritmo para calcular la altura de la superficie definida por cuatro puntos en el espacio .....	III-3-4-Ap B-1
Capítulo 5. Procedimientos APV I/II — SBAS .....	III-3-5-1
5.1 Introducción .....	III-3-5-1
5.2 Tramo de aproximación inicial .....	III-3-5-2
5.3 Tramo de aproximación intermedia .....	III-3-5-2
5.4 Tramo APV .....	III-3-5-3
5.5 Tramo de aproximación frustrada .....	III-3-5-6
5.6 Aproximaciones ILS/MLS/GBAS/APV SBAS simultáneas a pistas de vuelo por instrumentos paralelas o casi paralelas .....	III-3-5-8
5.7 Aproximación APV SBAS con alineación de derrota de aproximación final desplazada....	III-3-5-9
5.8 Promulgación .....	III-3-5-9
Apéndice del Capítulo 5. Aproximaciones con ángulos de trayectoria de planeo pronunciados de hasta 6,3° (11%) .....	III-3-5-Ap-1
Capítulo 6. Procedimientos de aproximación de precisión — GBAS .....	III-3-6-1
6.1 Introducción .....	III-3-6-1
6.2 Tramo de aproximación inicial .....	III-3-6-4
6.3 Tramo de aproximación intermedia .....	III-3-6-4
6.4 Tramo de precisión .....	III-3-6-6
6.5 Aproximación frustrada después del tramo de precisión (aproximación frustrada final) .....	III-3-6-14
6.6 Aproximaciones de precisión ILS y/o MLS simultáneas a pistas de vuelo por instrumentos paralelas o casi paralelas .....	III-3-6-18
6.7 GBAS de CAT I con alineación de la derrota de aproximación final de azimut desplazada .....	III-3-6-18
6.8 Promulgación .....	III-3-6-19
Capítulo 7. Procedimientos de espera .....	III-3-7-1
7.1 Generalidades .....	III-3-7-1
7.2 Tipos de procedimientos de espera RNAV .....	III-3-7-1
7.3 Procedimientos de entrada .....	III-3-7-2
7.4 Tolerancia del punto de referencia .....	III-3-7-2
7.5 Construcción del área de espera .....	III-3-7-3
7.6 Construcción del área de espera para RNP .....	III-3-7-4
7.7 Promulgación de procedimientos de espera RNAV .....	III-3-7-5

Apéndice A del Capítulo 7. Construcción de un área de franqueamiento de obstáculos para espera RNAV con VOR/DME, DME/DME y GNSS.....	III-3-7-Ap A-1
Apéndice B del Capítulo 7. Ejemplo de entradas de espera de alternativa con navegación de área (RNAV) en el caso de áreas de entrada de espera reducidas .....	III-3-7-Ap B-1
Capítulo 8. Procedimientos en ruta .....	III-3-8-1
8.1 Generalidades .....	III-3-8-1
<b>Sección 4. Garantía de calidad .....</b> <i>(En preparación)</i>	<b>III-4-(i)</b>
<b>Sección 5. Publicación .....</b>	<b>III-5-(i)</b>
Capítulo 1. Publicación y cartas — Generalidades.....	III-5-1-1
1.1 Introducción.....	III-5-1-1
1.2 Notificación de diferencias en las AIP.....	III-5-1-1
1.3 Salidas y llegadas RNAV .....	III-5-1-1
1.4 Aproximación RNAV .....	III-5-1-2
1.5 Descripción formal del procedimiento en forma de texto o tabla.....	III-5-1-3
1.6 Denominación de puntos de recorrido .....	III-5-1-5
Capítulo 2. Requisitos de publicación de la base de datos aeronáuticos .....	III-5-2-1
<b>PARTE IV. HELICÓPTEROS .....</b>	<b>IV-(i)</b>
Capítulo 1. Procedimientos de aproximación a un punto en el espacio (PinS) con navegación de área (RNAV) para helicópteros que utilizan receptores del GNSS básico.....	IV-1-1
1.1 Generalidades .....	IV-1-1
1.2 Precisión del sistema RNAV GNSS .....	IV-1-1
1.3 Rutas de llegada .....	IV-1-1
1.4 Criterios relativos al área terminal .....	IV-1-2
1.5 Tramo de aproximación inicial .....	IV-1-2
1.6 Tramo de aproximación intermedia .....	IV-1-3
1.7 Tramo de aproximación final.....	IV-1-3
1.8 Tramo de aproximación frustrada .....	IV-1-4
1.9 Tramo visual .....	IV-1-5
1.10 Promulgación .....	IV-1-8

Nota.— El soporte lógico (software) de los PANS-OPS sobre superficies de evaluación de obstáculos para aproximaciones con guía vertical y aproximaciones de precisión puede obtenerse dirigiéndose al sitio web público de la OACI ([www.icao.int](http://www.icao.int)) bajo “Publications”.

# PREÁMBULO

## 1. INTRODUCCIÓN

1.1 Los *Procedimientos para los servicios de navegación aérea — Operación de aeronaves* (PANS-OPS) constan de dos volúmenes:

Volumen I — *Procedimientos de vuelo*

Volumen II — *Construcción de procedimientos de vuelo visual y por instrumentos*

El desglose de los PANS-OPS en dos volúmenes se llevó a cabo en 1979, como consecuencia de una amplia enmienda de los criterios de franqueamiento de obstáculos y de la construcción de procedimientos de aproximación para el aterrizaje (Enmiendas 13 y 14). Antes de 1979, todo el texto de los PANS-OPS formaba un solo documento. En la Tabla A se indica el origen de las enmiendas, junto con una lista de los temas principales tratados, las fechas en que los PANS-OPS y las enmiendas fueron aprobados por el Consejo, y las de aplicación.

1.2 Volumen I — *Procedimientos de vuelo*: Describe los procedimientos operacionales recomendados para guía del personal de operaciones de vuelo. Destaca los diferentes parámetros en que se basan los criterios del Volumen II para ilustrar la necesidad de que se respeten estrictamente los procedimientos publicados, con el fin de lograr y preservar un nivel aceptable de seguridad en las operaciones.

1.3 Volumen II — *Construcción de procedimientos de vuelo visual y por instrumentos*: Está dirigido a servir de guía a especialistas en procedimientos. Describe las áreas esenciales y los requisitos de franqueamiento de obstáculos para poder realizar con seguridad operaciones de vuelo regulares. Proporciona orientación básica a los Estados y a los explotadores y organismos que producen cartas de vuelo por instrumentos, lo que contribuirá al logro de métodos uniformes en todos los aeródromos en los que se utilicen procedimientos de vuelo por instrumentos.

1.4 Ambos volúmenes se ocupan de métodos de operación que están al margen de las normas y métodos recomendados, pero con respecto a los cuales es conveniente lograr cierta uniformidad en el plano internacional.

1.5 En el diseño de los procedimientos según los criterios de los PANS-OPS se suponen operaciones normales. Incumbe al explotador la responsabilidad de prever procedimientos de contingencia para operaciones anormales y de emergencia.

## 2. COMENTARIO SOBRE EL TEXTO DEL VOLUMEN II

### 2.1 Parte I — Generalidades

2.1.1 Esta parte contiene los criterios generales que se aplican tanto a los procedimientos convencionales como a los procedimientos RNAV y basados en satélite.

2.1.2 En la Sección 1 se describe la terminología, con el fin de coadyuvar en la interpretación de los términos que se utilizan en los procedimientos y que tienen un sentido técnico especial. En algunos casos, los términos ya han sido definidos en otros documentos de la OACI. También se da una lista de abreviaturas.

2.1.3 La Sección 2 proporciona los criterios generales que se aplican a todas las fases de vuelo. En la Enmienda 12 a la 4ª edición se incluyen los criterios para identificación del procedimiento.

2.1.4 La Sección 3 contiene los procedimientos de salida. Las especificaciones relativas a los procedimientos de salida por instrumentos fue iniciada en 1983 por el Grupo de expertos sobre franqueamiento de obstáculos (OCP). El texto del Volumen II está destinado a los especialistas en diseño de procedimientos, y el texto correspondiente al personal encargado de operaciones de vuelo, comprendida la tripulación de vuelo, figura en el Volumen I.

2.1.5 En 1990, como resultado de la tarea realizada por un grupo de estudio de navegación aérea, se incorporaron al documento nuevas disposiciones, procedimientos y textos de orientación relativos a operaciones simultáneas en pistas de vuelo por instrumentos, paralelas o casi paralelas, comprendidas las distancias mínimas entre pistas.

2.1.6 La Sección 4 contiene los procedimientos generales de llegada y aproximación. Estos procedimientos fueron concebidos inicialmente por el Departamento de operaciones en 1949, y se publicaron en 1951; desde entonces han sido objeto de varias enmiendas. En 1996 se creó el Grupo de expertos sobre franqueamiento de obstáculos (OCP), con el fin de actualizar estos procedimientos para aplicarlos a todos los tipos de aviones, teniendo en cuenta las exigencias de los aviones multirreactores subsónicos y los adelantos técnicos con respecto a las ayudas normalizadas para la radionavegación. Como consecuencia de esta tarea, se hizo una revisión total de los criterios relativos a los procedimientos de aproximación. En 1979 los nuevos criterios se incorporaron en la primera edición del Volumen II de los PANS-OPS (Enmienda 13).

## 2.2 Parte II — Procedimientos convencionales

2.2.1 En esta parte se describen los procedimientos para navegación convencional que son específicos del sensor.

2.2.2 La Sección 1 contiene los criterios para aproximación de precisión. Las aproximaciones de precisión (ILS) son más precisas que aquellas utilizadas anteriormente para aproximaciones que no son de precisión y están basadas en un método científicamente corroborado. Eso se ha logrado gracias a lo siguiente:

- a) recopilando datos sobre la performance de las aeronaves en aproximaciones de precisión ILS medida en condiciones meteorológicas reales de vuelo por instrumentos;
- b) ideando un modelo matemático que refleje la performance total del sistema ILS y equiparando ese modelo con los datos recopilados que se citan en a);
- c) utilizando el modelo para extrapolar la performance en aproximaciones de precisión ILS, con el fin de determinar las superficies de evaluación de obstáculos;
- d) ideando un modelo de maniobra de aproximación frustrada, que se basa en las características dinámicas de las aeronaves comparadas con los datos observados, y utilizando este modelo para extrapolar márgenes apropiados para combinarlos con las superficies de aproximación que se describen en c); y
- e) combinando los modelos matemáticos de la aproximación ILS y de la aproximación frustrada en un modelo integrado que abarca totalmente el procedimiento ILS y permite evaluar el riesgo de colisión contra obstáculos en determinadas condiciones.

2.2.3 En los nuevos criterios se ha incorporado un nuevo concepto de franqueamiento de obstáculos para el ILS, con arreglo al cual se ha remplazado el antiguo concepto de límite de franqueamiento de obstáculos (OCL), con otro nuevo de altitud/altura de franqueamiento de obstáculos (OCA/H). Se citan tres métodos para calcular los valores OCA/H que, a su vez, suponen el aumento progresivo del grado de perfeccionamiento en cuanto a la manera de considerar y tener en cuenta los obstáculos. Para calcular la OCA/H, los dos primeros métodos requieren el empleo de

superficies, y el tercero de un modelo de riesgo de colisión (CRM). Éste se ha concebido para aquellos casos en los que sea menester evaluar determinado peligro potencial representado por los obstáculos, con el fin de determinar los valores mínimos de franqueamiento de obstáculos que sean compatibles con el grado de seguridad deseado. Se ha ideado un programa de computadora para el CRM, que se puede utilizar a través de la OACI.

2.2.4 Los criterios de aproximación de precisión se extendieron al MLS de las Categorías I, II y III en 1994, y al GBAS de Categoría I en 2004.

2.2.5 La Sección 2 contiene los criterios de aproximación que no son de precisión. Los criterios de franqueamiento de obstáculos para aproximaciones que no son de precisión, modificados por la Enmienda 13, no se han preparado con el mismo grado de perfeccionamiento que los criterios de franqueamiento de obstáculos para aproximaciones de precisión, debido a que el nivel de seguridad de aquellas, generalmente asociado con los mínimos operacionales más altos de los procedimientos de aproximación que no son de precisión, ya se considera aceptable. En consecuencia, los procedimientos siguen teniendo como base la experiencia lograda y la opinión de los expertos. Sin embargo, fueron enmendados con el fin de conseguir un grado de flexibilidad elevado, para que ayuden al especialista en procedimientos a obtener las mayores ventajas compatibles con la seguridad operacional.

2.2.6 A partir, principalmente, de la experiencia obtenida por ciertos Estados durante la prueba de aplicación de los nuevos criterios, y como consecuencia de la serie de seminarios PANS-OPS de la OACI celebrados desde 1980 a 1984, se enmendaron dos veces dichos criterios (Enmiendas 1 y 4). Los cambios corresponden a tres categorías generales:

- enmiendas de redacción para facilitar la comprensión de los criterios;
- simplificación de los cálculos que en la práctica han demostrado entrañar una alta probabilidad de error;
- eliminación de discrepancias que podrían hacer que el documento fuera sumamente difícil de aplicar, y que significaran un detrimento a las operaciones.

En la Enmienda 1 también se armonizó la presentación de las unidades con el Anexo 5, cuarta edición.

2.2.7 La Sección 3 contiene los criterios para operaciones en ruta para VOR y NDB. Estos criterios fueron añadidos a los PANS-OPS en 1996. En 2004 se añadieron criterios simplificados que permiten economizar tiempo en los grandes espacios aéreos.

2.2.8 La Sección 4 contiene los criterios para los procedimientos de espera. Los procedimientos de espera fueron concebidos inicialmente por el Departamento de operaciones en 1949, y se publicaron en 1951. En 1965 se llevó a cabo una revisión a fondo de estos procedimientos, como consecuencia de las tareas del Grupo de expertos sobre procedimientos de espera (HOP). El texto preparado por el HOP se dividió posteriormente en 1979; la parte del texto relativa a los procedimientos de espera se incorporó a los PANS-OPS, Volumen I, y los aspectos que abarcan la construcción de los procedimientos de espera se incorporaron al Volumen II.

2.2.9 En 1982, como consecuencia de la labor realizada por el Grupo de expertos sobre franqueamiento de obstáculos (OCP), se introdujeron nuevos textos y modificaciones de los antiguos con respecto a la espera VOR/DME, a los procedimientos de espera para helicópteros, a las áreas tope y a los procedimientos de entrada. En 1986 se introdujeron modificaciones relativas a la zona de error de la indicación HACIA/DESDE del VOR, a la mínima distancia útil en tierra del DME y a las velocidades de espera, particularmente por encima de 4 250 m (14 000 ft).

### **2.3 Parte III — Procedimientos RNAV y procedimientos basados en satélite**

2.3.1 A raíz de la novena reunión del Grupo de expertos sobre franqueamiento de obstáculos en 1993, los primeros procedimientos de salida RNAV se incluyeron en los PANS-OPS con la introducción de procedimientos de

salida de navegación de área (RNAV) basados en VOR/DME. En 1998 siguieron procedimientos de salida para DME/DME, y GNSS básico. Los procedimientos de salida para RNP y SBAS se introdujeron en 2001 y 2004 respectivamente.

#### *Procedimientos de llegada y aproximación*

2.3.2 De forma similar a los procedimientos de salida, los criterios de navegación de área (RNAV) para procedimientos de aproximación por instrumentos para VOR/DME se introdujeron en 1993, y los procedimientos de aproximación para DME/DME y GNSS básico siguieron en 1998. Los procedimientos para RNP 0,3 se introdujeron en 2001. Como resultado de una iniciativa de seguridad del CFIT, los criterios RNAV-baro basados en DME/DME o sensores de GNSS básico se incluyeron en el documento en 2001.

2.3.3 En 2004 se introdujeron en los PANS-OPS los criterios de GLS CAT I (parecido al ILS) basados en receptores GBAS. Los criterios de GLS Cat II/III se esperan para después de que se hayan terminado los SARPS del Anexo 10.

2.3.4 El concepto de barra en T/Y se introdujo para GNSS básico en 1998, y se pudo aplicar a procedimientos de aproximación RNAV en general, en 2004. Para facilitar a los pilotos realizar una aproximación de barra en T/Y, también se incluyó el concepto de altitud de llegada a terminal (TAA).

#### *Procedimientos de espera*

2.3.5 En 1993 se incluyeron criterios de navegación de área (RNAV) para los procedimientos de espera, a raíz de la novena reunión del Grupo de expertos sobre franqueamiento de obstáculos. Los procedimientos de espera RNP se añadieron en 1998. En la quinta edición de los PANS-OPS, como resultado de la nueva redacción de los mismos, se generalizaron los criterios VOR/DME para incluir igualmente el DME/DME y el GNSS básico.

## **2.4 Parte IV — Helicópteros**

La Parte IV contiene los criterios aplicables a los procedimientos de aproximación a un punto en el espacio para helicópteros, basados en un receptor de GNSS básico, que se introdujeron en 2004.

## **3. CATEGORÍA**

Los procedimientos para los servicios de navegación aérea (PANS) no tienen la misma categoría que las normas y métodos recomendados. Si bien estos últimos son *adoptados* por el Consejo, de conformidad con el Artículo 37 del Convenio, y están sujetos a todo el procedimiento previsto en el Artículo 90, el Consejo *aprueba* los PANS y éstos se recomiendan a los Estados contratantes para su aplicación mundial.

## **4. IMPLANTACIÓN**

Incumbe a los Estados contratantes la implantación de los procedimientos; estos sólo se aplican a las operaciones reales después de que los Estados los hayan puesto en vigor, y en la medida en que lo hayan hecho. Sin embargo, con objeto de facilitar la tramitación para su implantación por los Estados, los procedimientos se han redactado de manera que pueda utilizarlos directamente el personal de operaciones. Si bien es sumamente deseable la aplicación uniforme de los procedimientos básicos contenidos en este documento, se permite cierta flexibilidad en cuanto a la formulación de procedimientos detallados, que tal vez sean necesarios para satisfacer las condiciones locales.



## **5. PUBLICACIÓN DE DIFERENCIAS**

5.1 Como los PANS no tienen el carácter de Anexos al Convenio atribuido a las normas adoptadas por el Consejo, no quedan comprendidos en la obligación que impone el Artículo 38 del Convenio de notificar las diferencias en casos de procedimientos que no se aplican.

5.2 No obstante, se recuerda a los Estados lo prescrito por las disposiciones del Anexo 15 relativas a la inclusión, en sus publicaciones de información aeronáutica, de listas de las diferencias significativas entre sus procedimientos y los procedimientos pertinentes de la OACI.

## **6. PROMULGACIÓN DE INFORMACIÓN**

La instalación y supresión de instalaciones, así como también todo cambio en éstas, en los servicios y en los procedimientos que afecten a las operaciones de aeronaves, proporcionados de conformidad con los procedimientos previstos en este documento, deberían notificarse y efectuarse de acuerdo con lo dispuesto en el Anexo 15.

## **7. UNIDADES DE MEDIDA**

Las unidades de medida corresponden a las disposiciones del Anexo 5. En aquellos casos en los que se permita la utilización de una unidad ajena al SI, ésta se indicará entre paréntesis, inmediatamente después de la unidad SI primaria. El valor de la unidad ajena al SI se considera en todos los casos operacionalmente equivalente a la unidad SI primaria, en el contexto en que se aplique. Salvo que se diga lo contrario, las tolerancias admisibles (precisión) se señalan por el número de cifras significativas dadas, y, a este respecto, se entiende que en este documento los ceros, sea a la derecha o a la izquierda del signo decimal, son cifras significativas.

**Tabla A. Enmiendas a los PANS-OPS**

<i>Enmienda</i>	<i>Origen</i>	<i>Temas</i>	<i>Aprobada Aplicable</i>
(1ª edición)	Decisión del Consejo	Procedimientos de operación precedentes incorporados en un solo documento.	26 de junio de 1961 1 de octubre de 1961
1	Medidas internas de la OACI para resolver faltas de uniformidad	Adaptación de la definición de “Aproximación final” y disposiciones relativas a los procedimientos de aproximación intermedia y final.	27 de junio de 1962 1 de julio de 1962
2	Reunión departamental AIS/MAP (1959)	Altitudes mínimas de sector.	14 de diciembre de 1962 1 de noviembre de 1963
3	Segunda reunión del Grupo de expertos sobre procedimientos de espera (1964)	Actualización de los procedimientos de espera.	5 de abril de 1965 5 de mayo de 1966
4	Reunión departamental de meteorología y operaciones (1964)	Adición de información meteorológica para las operaciones de vuelo.	7 de junio de 1965 (textos de asesoramiento)
5 (2ª edición)	Cuarta Conferencia de Navegación Aérea (1965) y Enmienda 8 del Anexo 2	Procedimientos ILS de Categoría I, procedimientos de aproximación radar, introducción de procedimientos ILS de Categoría II, procedimientos de reglaje de altímetro.	12 de diciembre de 1966 24 de agosto de 1967
6	Quinta Conferencia de Navegación Aérea (1967), primera reunión del Grupo de expertos sobre franqueamiento de obstáculos (1968) y Comisión de Aeronavegación	Procedimientos QNH para el reglaje de altímetro para el despegue y el aterrizaje, nuevos textos de orientación relativos a los procedimientos de aproximación por instrumentos para instalaciones desplazadas y cambios de redacción.	23 de enero de 1969 18 de septiembre de 1969
7	Sexta Conferencia de Navegación Aérea (1969)	Procedimientos operacionales para la utilización de los transpondedores de radar secundario de vigilancia (SSR).	15 de mayo de 1970 4 de febrero de 1971
8 (3ª edición)	Segunda reunión del Grupo de expertos sobre franqueamiento de obstáculos (1970)	Nuevos diagramas de perfil y cambios de redacción.	19 de marzo de 1971 6 de enero de 1972
9	Tercera reunión del Grupo de expertos sobre franqueamiento de obstáculos (1971)	Cambios de redacción relativos a los procedimientos especiales, zonas y márgenes de franqueamiento de obstáculos – Ayudas de precisión – ILS con la trayectoria de planeo inactiva.	15 de noviembre de 1972 16 de agosto de 1973
10	Medidas tomadas por el Consejo en cumplimiento de las Resoluciones A17-10 y A18-10 de la Asamblea	Medidas que han de tomarse en los casos de interferencia ilícita.	7 de diciembre de 1973 23 de mayo de 1974
11	Estudio de la Comisión de Aeronavegación	Medidas que han de tomarse en los casos de interferencia ilícita.	12 de diciembre de 1973 12 de agosto de 1976

<i>Enmienda</i>	<i>Origen</i>	<i>Temas</i>	<i>Aprobada Aplicable</i>
12	Novena Conferencia de Navegación Aérea (1976)	Definiciones de nivel de vuelo y altitud de transición, utilización operacional de los transpondedores, texto de asesoramiento sobre el intercambio en tierra de información meteorológica para las operaciones.	9 de diciembre de 1977 10 de agosto de 1978
13 (Volumen II, 1ª edición)	Sexta reunión del Grupo de expertos sobre franqueamiento de obstáculos (1978)	Revisión completa del texto relativo a la construcción de procedimientos y a los criterios de franqueamiento de obstáculos para los procedimientos de aproximación por instrumentos. Reordenamiento editorial en dos volúmenes de los PANS-OPS.	29 de junio de 1979 25 de noviembre de 1982
1 (Volumen II, 2ª edición)	Séptima reunión del Grupo de expertos sobre franqueamiento de obstáculos (1981).	Modificaciones y aclaraciones a la Parte III y armonización de la presentación de las unidades con el Anexo 5, cuarta edición.	8 de febrero de 1982 25 de noviembre de 1982
2	Séptima reunión del Grupo de expertos sobre franqueamiento de obstáculos (1981); cuarta reunión del Grupo de expertos sobre operaciones (1981)	Modificaciones de los criterios de espera, por ejemplo, la introducción de criterios de espera VOR/DME y de un nuevo método de construcción de área de espera en la Parte IV. Introducción de una nueva Parte V relativa a procedimientos aplicables a los helicópteros.	30 de marzo de 1983 24 de noviembre de 1983
3	Séptima reunión del Grupo de expertos sobre franqueamiento de obstáculos (1981)	Introducción de criterios para los procedimientos de salida.	25 de noviembre de 1983 22 de noviembre de 1984
4 (Volumen II, 3ª edición)	Recomendaciones elaboradas por el Grupo de expertos sobre franqueamiento de obstáculos, ya sea por correspondencia, ya sea durante su octava reunión, y por la Reunión departamental de Comunicaciones/Operaciones (COM/OPS/1985)	Parte III — Incorporación de una disposición relativa al emplazamiento anterior del MAPt; supresión del TP definido por una distancia (cronometraje); supresión de $d_z$ mín entre SOC y TP en la aproximación frustrada de precisión; refundición de disposiciones relativas a la protección de los procedimientos de espera y de hipódromo; perfeccionamiento de los criterios de aproximación frustrada con viraje para el ILS; incorporación de criterios provisionales MLS para aproximaciones de tipo ILS; enmiendas de índole editorial. Parte IV.— Zona de error de la indicación HACIA/DESDE del VOR; velocidades de espera; supresión de la palabra “normal” en relación con la espera; enmiendas de índole editorial.	7 de mayo de 1986 20 de noviembre de 1986
5	Grupo de expertos sobre franqueamiento de obstáculos, cuarta reunión del Grupo de expertos sobre operaciones de helicópteros (HELIOPS), Comisión de Aeronavegación	Incorporación de un nuevo Capítulo 5 sobre operaciones simultáneas en pistas de vuelo por instrumentos paralelas o casi paralelas. Incorporación a la Parte V del nuevo Capítulo 2 — Procedimientos especificados para uso exclusivo de los helicópteros; enmiendas de índole editorial.	23 de marzo de 1990 15 de noviembre de 1990

<i>Enmienda</i>	<i>Origen</i>	<i>Temas</i>	<i>Aprobada Aplicable</i>
6 (Volumen II, 4ª edición)	Novena reunión del Grupo de expertos sobre franqueamiento de obstáculos (1990), quinta reunión del Grupo de expertos sobre operaciones (1989) y Enmienda 69 del Anexo 10	Enmienda de las definiciones de altitud/altura mínima de descenso (MDA/H), altitud/altura de franqueamiento de obstáculos (OCA/H) y altitud mínima de sector e introducción de las definiciones de altitud/altura de decisión (DA/H/), navegación de área (RNAV) y punto de recorrido. Introducción en la Parte II de un nuevo Capítulo 7 relativo a los procedimientos de salida con navegación de área (RNAV) basados en VOR/DME. Enmienda de la Parte II relativa a los criterios de salida para incluir áreas secundarias, aclarar la aplicación de criterios relativos a la pendiente; incluir el concepto de obstáculos muy próximos y suprimir el tramo de aceleración. Enmienda de la Parte III, Capítulo 5, para incorporar una referencia al MLS en el texto sobre los criterios generales para el tramo de aproximación intermedia. Enmienda de la Parte III, Capítulo 7, relativa al tramo de aproximación frustrada. Enmienda de la Parte III, Capítulo 9 relativa a las altitudes mínimas de sector. Enmienda de la Parte III, Capítulo 24, relativa a los procedimientos basados en la guía vectorial radar. Introducción en la Parte III de un nuevo Capítulo 31 relativo a los procedimientos de aproximación con navegación de área (RNAV) utilizando VOR/DME. Enmienda de la Parte III, Adjunto C, relativa a los procedimientos de entrada VOR/DME. Enmienda de la Parte III, Adjunto K, relativa al enlace entre el vuelo en ruta y la aproximación a fin de actualizar su contenido con los textos relativos a la RNAV. Enmienda de la Parte III, Adjunto M, relativa a los criterios MLS para las aproximaciones de tipo ILS. Introducción en la Parte III de un nuevo Adjunto N relativo a maniobras visuales siguiendo una derrota prescrita. Introducción en la Parte IV de un nuevo Capítulo 2 relativo a los procedimientos de espera RNAV utilizando VOR/DME. Enmienda de las tolerancias del punto de referencia DME para recoger las actuales características de precisión DME/N.	3 de marzo de 1993 11 de noviembre de 1993
7	Comisión de Aeronavegación	Operaciones simultáneas en pistas de vuelo por instrumentos paralelas o casi paralelas.	13 de marzo de 1995 9 de noviembre de 1995
8	Décima reunión del Grupo de expertos sobre franqueamiento de obstáculos (1994)	Introducción de nuevas definiciones y abreviaturas en la Parte I, Capítulo 1. Modificación de las disposiciones relativas a los procedimientos de salida de la Parte II, Capítulo 2, y a la información publicada sobre dichos procedimientos de salida que figuran en la Parte II, Capítulo 5. Modificación de las disposiciones sobre salidas con navegación de área (RNAV) que se basan en VOR/DME y están contenidas en la Parte II, Capítulo 7. Modificación e inclusión de nuevas disposiciones sobre criterios relativos a las llegadas normalizadas por instrumentos que figuran en la Parte III, Capítulo 3. Modificación de los tramos de aproximación inicial efectuados con procedimientos de inversión, que figuran en la Parte III, Capítulo 4. Modificación del	4 de marzo de 1996 7 de noviembre de 1996

<i>Enmienda</i>	<i>Origen</i>	<i>Temas</i>	<i>Aprobada Aplicable</i>
		<p>tramo de aproximación intermedia que figura en la Parte III, Capítulo 5. Modificación del tramo de aproximación frustrada que figura en la Parte III, Capítulo 7. Modificación de los criterios relativos al ILS contenidos en la Parte III, Capítulo 21. Modificación del procedimiento con localizador únicamente que figura en la Parte III, Capítulo 22. Revisión del procedimiento radar contenido en la Parte III, Capítulo 24. Modificación de los procedimientos VOR con punto de referencia de aproximación final, contenidos en la Parte III, Capítulo 26. Introducción de nuevos capítulos en la Parte III que tratan de los procedimientos de aproximación MLS de Categorías I, II y III (Capítulo 30), con azimut únicamente utilizando MLS con trayectoria de planeo inoperante (Capítulo 30 A) y utilizando MLS de Categoría I con alineación de azimut no normalizada (Capítulo 30 B). Revisión de los procedimientos de aproximación con navegación de área contenidos en la Parte III, Capítulo 31. Modificación de los procedimientos de espera contenidos en la Parte IV, Capítulo 1. Modificación de los procedimientos de espera con navegación de área (RNAV) que se basan en VOR/DME contenidos en la Parte IV, Capítulo 2. Introducción en la Parte VI de nuevos criterios de franqueamiento de obstáculos en ruta. Revisión de los antecedentes sobre ILS contenidos en el Adjunto A de la Parte III. Revisión de los ejemplos de cálculos OAS que figuran en el Adjunto B de la Parte III. Adiciones y enmiendas de carácter editorial a las áreas de protección de procedimientos de espera RNAV que se basan en VOR/DME, que figuran en el Adjunto C de la Parte III. Introducción de un ejemplo de entradas de espera de alternativa con navegación de área (RNAV) en el caso de áreas de entrada de espera reducidas, en el Adjunto C de la Parte IV.</p>	
9	Décima reunión del Grupo de expertos sobre franqueamiento de obstáculos (1994)	Enmienda de la Parte II, párrafo 7.4, relativa a los virajes de salida RNAV basados en puntos de recorrido de “paso”.	12 de marzo de 1997 6 de noviembre de 1997
10	Undécima reunión del Grupo de expertos sobre franqueamiento de obstáculos, Enmienda 51 del Anexo 4 y Enmienda 38 del Anexo 11	Introducción de definiciones nuevas o enmendadas en la Parte I. Introducción de la trayectoria de vuelo promedio en la Parte II, Capítulo 2. Modificación de los parámetros de salida con viraje en la Parte II, Capítulo 3. Introducción de un nuevo Capítulo 8 en la Parte II, sobre procedimientos de salida con navegación de área (RNAV) basados en DME/DME. Introducción de un nuevo Adjunto A de la Parte II sobre trayectoria de vuelo promedio para procedimientos de salida. Enmiendas de las llegadas normalizadas por instrumentos en la Parte III, Capítulo 3. Modificación de la alineación y pendientes de descenso en el tramo de aproximación final en la Parte III e introducción de nuevos criterios para aproximaciones con ángulo	1 de mayo de 1998 5 de noviembre de 1998

<i>Enmienda</i>	<i>Origen</i>	<i>Temas</i>	<i>Aprobada Aplicable</i>
		pronunciado. Introducción de un nuevo Capítulo 32 en la Parte III, sobre procedimientos de aproximación con navegación de área (RNAV) basados en DME/DME. Introducción de un nuevo Capítulo 33 en la Parte III, sobre procedimientos de aproximación con navegación de área (RNAV) para receptores GNSS básicos. Inclusión del área de franqueamiento de obstáculos para circuitos de espera RNP en el Adjunto C de la Parte III. Introducción de textos RNAV en el Adjunto K de la Parte III. Inclusión de nuevos textos relacionados con el cálculo de la longitud mínima de los tramos limitados por puntos de recorrido en el Adjunto M de la Parte III. Introducción de textos relacionados con la aprobación de la documentación para sistemas de gestión de vuelo en el Adjunto O de la Parte III. Introducción de fórmulas para el cálculo de las tolerancias de punto de referencia DME/DME y anchuras de área en el Adjunto P de la Parte III. Introducción de textos sobre especificaciones para receptores GNSS básicos en el Adjunto Q de la Parte III. Introducción de nuevos textos sobre aproximaciones con ángulo pronunciado en el Adjunto R de la Parte III. Introducción de un nuevo Capítulo 3 sobre procedimientos de espera RNP en la Parte IV. Introducción de un nuevo Capítulo 2 sobre rutas RNAV/RNP en la Parte VI. Enmiendas de carácter editorial.	
11	Enmienda 52 del Anexo 4, 11ª reunión del Grupo de expertos sobre franqueamiento de obstáculos, 12ª reunión del Grupo de expertos sobre franqueamiento de obstáculos	Introducción de nuevas definiciones y abreviaturas en la Parte I. Introducción en las Partes II y III de procedimientos de performance de navegación requerida (RNP) para salida, llegada y aproximación, incluidos los criterios para virajes de radio fijo, y procedimientos de llegada y salida con GNSS básico. Introducción en la Parte III de textos relativos a la representación del terreno y altitudes mínimas de vuelo, una especificación de velocidad vertical de descenso máxima para el tramo de aproximación final de procedimientos que no son de precisión (NPA), criterios de navegación vertical barométrica (VNAV-baro) y concepto de término de trayectoria de base de datos RNAV. Enmienda en la Parte III de los procedimientos de aproximación con GNSS básico y procedimientos DME/DME para tener en cuenta la inversión. Supresión de la Parte V, Capítulos 1 y 2. Integración en todo el documento de los criterios para helicópteros.	29 de junio de 2001 1 de noviembre de 2001
12	13ª reunión del Grupo de expertos sobre franqueamiento de obstáculos (OCP/13)	Preámbulo — Introducción de una frase para ampliar la noción de que los PANS-OPS se aplican a las operaciones normales; Parte I — Introducción de nuevas definiciones y abreviaturas; Parte II — Introducción de requisitos de representación de altitud, disposiciones relativas a la identificación de procedimientos en las cartas, perfeccionamiento de la dimensión de la anchura del área de protección de obstáculos para equipo de medición de distancia DME/DME y procedimientos con performance de	27 de abril de 2004 25 de noviembre de 2004

<i>Enmienda</i>	<i>Origen</i>	<i>Temas</i>	<i>Aprobada Aplicable</i>
		navegación requerida (RNP), introducción de procedimientos SBAS; Parte III — Introducción de requisitos de representación de altitud, disposiciones relativas a identificación de procedimientos en las cartas, enmienda de la base de categorización de aeronaves, introducción del concepto de altitud de procedimientos para incluir CFIT, disposición de aproximación de barra en T/Y para procedimientos RNAV, el concepto TAA, enmienda de las dimensiones normalizadas de aeronaves para determinación de DA/H, perfeccionamiento de la magnitud de la anchura del área de protección de obstáculos para equipo de medición de distancia DME/DME y procedimientos con performance de navegación requerida (RNP), una revisión completa de los criterios APV/Baro-VNAV, introducción de criterios de Categoría I con GBAS, remplazo del Adjunto I por un CD-ROM sobre la superficie de evaluación de obstáculos (OAS) de los PANS-OPS; Parte V — Introducción de procedimientos de aproximación a un punto en el espacio (PinS) con RNAV para helicópteros mediante receptores de GNSS básico; Parte VI — Enmienda de los criterios en ruta para incluir un método simplificado.	
13 (Volumen II, 5ª edición)	11ª reunión del Grupo de expertos sobre franqueamiento de obstáculos (OCP/11)	Enmienda de carácter editorial para que el documento tenga una estructura más lógica y para incrementar su coherencia y claridad a fin de: <ul style="list-style-type: none"> <li>a) facilitar la aplicación correcta; y</li> <li>b) contar con una estructura más adecuada en la evolución futura.</li> </ul>	2 de octubre de 2006 23 de noviembre de 2006
1	14ª reunión del Grupo de expertos sobre franqueamiento de obstáculos (OCP/14)	<ul style="list-style-type: none"> <li>a) nuevas disposiciones sobre unidades de medida;</li> <li>b) nuevos procedimientos de aproximación con guía vertical (APV) para operaciones con sistema de aumentación basado en satélites (SBAS);</li> <li>c) operaciones con navegación vertical (VNAV);</li> <li>d) nuevas disposiciones sobre garantía de calidad en el proceso de diseño de procedimientos;</li> <li>e) nuevas disposiciones sobre el sistema mundial de navegación por satélite (GNSS) básico;</li> <li>f) integración de los criterios de protección de virajes; y</li> <li>g) mejoramiento de los procedimientos vigentes relacionados con la superficie del tramo visual.</li> </ul>	30 de noviembre de 2006 15 de marzo 2007
2	Primera reunión del grupo de trabajo plenario del Grupo de expertos sobre procedimientos de vuelo por instrumentos (IFPP/WG/WHL/1).	<ul style="list-style-type: none"> <li>a) Armonización de los criterios de diseño para aplicaciones de navegación de área (RNAV) respecto del concepto de performance basada en la navegación (PBN);</li> <li>b) ampliación de la orientación sobre los requisitos de codificación del sistema de aumentación basado en satélites (SBAS) y el bloque de datos del tramo de</li> </ul>	8 de octubre de 2008 20 de noviembre de 2008

<i>Enmienda</i>	<i>Origen</i>	<i>Temas</i>	<i>Aprobada Aplicable</i>
		<p>aproximación final (FAS) del sistema de aumentación basado en tierra (GBAS), así como ampliación de los criterios actuales de aproximación de precisión tanto para aproximaciones simultáneas a pistas paralelas o casi paralelas como para procedimientos con trayectorias de planeo de más de 3,5° para procedimientos SBAS de aproximación con guía vertical (APV);</p> <p>c) modificación de los criterios de diseño de procedimientos con la que se permitirá a las aeronaves con certificado SBAS volar con un procedimiento baro-VNAV sin tener que cambiar de carta;</p> <p>d) nuevos criterios para ayudar a evitar el impacto contra el suelo sin pérdida de control (CFIT) durante operaciones con helicópteros en condiciones de reglas de vuelo visual (VFR);</p> <p>e) explicación de la validez del nivel deseado de seguridad operacional para el modelo de riesgo de colisión (CRM), con la que se profundiza respecto de las diferencias que existen entre el CRM y el método de superficie de evaluación de obstáculos (OAS), restringiéndolo, también, al tramo de aproximación final;</p> <p>f) validación de los procedimientos de vuelo por instrumentos, que constituye un elemento crítico del proceso de diseño de procedimientos de vuelo;</p> <p>g) adición de una referencia al nuevo Manual de garantía de calidad para el diseño de procedimientos de vuelo (Doc 9906) y requisitos adicionales de instrucción para asegurarse de que la garantía de calidad en el proceso de diseño de procedimientos y sus resultados satisfagan los requisitos del Anexo 15;</p> <p>h) una referencia al nuevo Manual de diseño de procedimientos de performance de navegación requerida con autorización obligatoria (RNP AR) (Doc 9905); e</p> <p>i) adición de una nota sobre la manera de tratar las aproximaciones de precisión con respecto a las nuevas aeronaves más grandes desde la perspectiva del diseño de procedimientos; incluye información adicional sobre puntos de recorrido en tramos directos para aumentar la eficiencia del tránsito aéreo; añade criterios para los diseñadores de procedimientos y los pilotos con respecto a la espera RNAV manual; elimina el requisito de margen mínimo de franqueamiento de obstáculos (MOC) incrementado para las aproximaciones finales de más de 11 km (6 NM); e incorpora más flexibilidad con respecto al requisito de aplicar el concepto de altitud de llegada a terminal en lugar de altitud mínima de sector (MSA).</p>	



**Procedimientos para los  
servicios de navegación aérea**

**OPERACIÓN DE AERONAVES**

**Parte I**

**ASPECTOS GENERALES**



## **Sección 1**

### **DEFINICIONES, ABREVIATURAS Y ACRÓNIMOS Y UNIDADES DE MEDIDA**



# Capítulo 1

## DEFINICIONES

Cuando los términos siguientes se utilizan en este documento, tienen los significados que a continuación se expresan:

**Actuación del localizador con guía vertical (LPV).** Etiqueta que denota las líneas de mínimos asociadas a la actuación para APV-I o APV-II en las cartas de aproximación.

**Altitud.** Distancia vertical entre un nivel, punto u objeto considerado como punto, y el nivel medio del mar (MSL).

**Altitud/altura de procedimiento.** Altitud/altura concreta que se alcanza operacionalmente a la altitud/altura mínima de seguridad del tramo o sobre ella y establecida para desarrollar un descenso estabilizado a una pendiente/ángulo de descenso prescrita en el tramo de aproximación intermedia/final.

**Altitud de decisión (DA) o altura de decisión (DH).** Altitud o altura especificada en la aproximación de precisión o en una aproximación con guía vertical, a la cual debe iniciarse una maniobra de aproximación frustrada si no se ha establecido la referencia visual requerida para continuar la aproximación.

*Nota 1.— Para la altitud de decisión (DA) se toma como referencia el nivel medio del mar y para la altura de decisión (DH), la elevación del umbral.*

*Nota 2.— La referencia visual requerida significa aquella sección de las ayudas visuales o del área de aproximación que debería haber estado a la vista durante tiempo suficiente para que el piloto pudiera hacer una evaluación de la posición y de la rapidez del cambio de posición de la aeronave, en relación con la trayectoria de vuelo deseada. En operaciones de Categoría III con altura de decisión, la referencia visual requerida es aquella especificada para el procedimiento y operación particulares.*

*Nota 3.— Cuando se utilicen estas dos expresiones, pueden citarse convenientemente como “altitud/altura de decisión” y abreviarse en la forma “DA/H”*

**Altitud de franqueamiento de obstáculos (OCA) o altura de franqueamiento de obstáculos (OCH).** Altitud más baja o altura más baja por encima de la elevación del umbral de la pista pertinente o por encima de la elevación del aeródromo, según corresponda, utilizada para respetar los correspondientes criterios de franqueamiento de obstáculos.

*Nota 1.— Para la altitud de franqueamiento de obstáculos se toma como referencia el nivel medio del mar y para la altura de franqueamiento de obstáculos, la elevación del umbral, o en el caso de aproximaciones que no son de precisión, la elevación del aeródromo o del umbral, si éste estuviera a más de 2 m (7 ft) por debajo de la elevación del aeródromo. Para la altura de franqueamiento de obstáculos en aproximaciones en circuito se toma como referencia la elevación del aeródromo.*

*Nota 2.— Cuando se utilicen estas dos expresiones, pueden citarse convenientemente como “altitud/altura de franqueamiento de obstáculos” y abreviarse en la forma “OCA/H”.*

*Nota 3.— Véase la Parte I, Sección 4, Capítulo 5, 5.4 para los casos de aplicación de esta definición.*

*Nota 4.— Véase la Parte IV, Capítulo 1 para los procedimientos de aproximación a un punto en el espacio (PinS) con navegación de área (RNAV) para helicópteros que emplean receptores GNSS básicos. Los criterios generales para*

*OCA/H son de aplicación (Parte I, Sección 4, Capítulo 5, 5.4) añadiendo que la OCH está por encima del terreno/superficie más alto dentro de 1,6 km (0,86 NM) del MAPt.*

**Altitud de llegada a terminal (TAA).** La altitud más baja que se pueda utilizar que proporcione un margen mínimo de franqueamiento de 300 m (1 000 ft) por encima de todos los objetos ubicados dentro de un arco de círculo de 46 km (25 NM) de radio con centro en el punto de aproximación inicial (IAF) o, cuando no hay IAF, en el punto de referencia intermedio (IF) delimitado por líneas rectas que unen los extremos del arco al IF. Las TAA combinadas relacionadas con un procedimiento de aproximación representarán un área de 360° alrededor del IF.

**Altitud mínima de descenso (MDA) o altura mínima de descenso (MDH).** Altitud o altura especificada en una aproximación que no sea de precisión o en una aproximación en circuito, por debajo de la cual no debe efectuarse el descenso sin la referencia visual requerida.

*Nota 1.— Para la altitud mínima de descenso (MDA) se toma como referencia el nivel medio del mar y para la altura mínima de descenso (MDH), la elevación del aeródromo o la elevación del umbral, si éste estuviera a más de 2 m (7 ft) por debajo de la elevación del aeródromo. Para la altura mínima de descenso en aproximaciones en circuito se toma como referencia la elevación del aeródromo.*

*Nota 2.— La referencia visual requerida significa aquella sección de las ayudas visuales o del área de aproximación que debería haber estado a la vista durante tiempo suficiente para que el piloto pudiera hacer una evaluación de la posición y de la rapidez del cambio de posición de la aeronave, en relación con la trayectoria de vuelo deseada. En el caso de la aproximación en circuito, la referencia visual requerida es el entorno de la pista.*

*Nota 3.— Cuando se utilicen estas dos expresiones, pueden citarse convenientemente como “altitud/altura mínima de descenso” y abreviarse en la forma “MDA/H”.*

**Altitud mínima de franqueamiento de obstáculos (MOCA).** Altitud mínima para un tramo definido que permite conservar el margen de franqueamiento de obstáculos requerido.

**Altitud mínima en ruta (MEA).** Altitud para un tramo en ruta que permite la recepción apropiada de las instalaciones y servicios de navegación aérea y las comunicaciones ATS pertinentes, cumple con la estructura del espacio aéreo y permite conservar el margen de franqueamiento de obstáculos requerido.

**Altitud mínima de sector (MSA).** La altitud más baja que puede usarse y que permite conservar un margen vertical mínimo de 300 m (1 000 ft), sobre todos los obstáculos situados en un área comprendida dentro de un sector circular de 46 km (25 NM) de radio, centrado en una radioayuda para la navegación.

**Altura.** Distancia vertical de un nivel, punto u objeto considerado como punto, medido desde una referencia especificada.

**Altura del punto de referencia (RDH).** Altura de la trayectoria de planeo prolongada o de la trayectoria vertical nominal en el umbral de la pista.

**Ángulo de descenso del tramo visual (VSDA).** Ángulo formado en el MAPt/DP entre la MDA/H y la altura de franqueamiento del helipuerto.

**Ángulo de trayectoria vertical (VPA).** Ángulo del descenso de aproximación final publicado en los procedimientos Baro-VNAV.

**Aproximación a un punto en el espacio (PinS).** La aproximación a un punto en el espacio se basa en un procedimiento de aproximación que no es de precisión con GNSS básico diseñado para helicópteros únicamente. Esta aproximación se alinea con un punto de referencia situado de manera tal que puedan realizarse las maniobras de vuelo subsiguientes o una aproximación y aterrizaje con maniobras visuales en condiciones visuales adecuadas para ver y evitar obstáculos.

**Aproximación en circuito.** Prolongación de un procedimiento de aproximación por instrumentos, que permite maniobrar alrededor del aeródromo, con referencias visuales, antes de aterrizar.

**Aproximación final en descenso continuo (CDFS).** Técnica de vuelo, congruente con los procedimientos de aproximación estabilizada, para el tramo de aproximación final siguiendo procedimientos de aproximación por instrumentos que no es de precisión en descenso continuo, sin nivelaciones de altura, desde una altitud/altura igual o superior a la altitud/altura del punto de referencia de aproximación final hasta un punto a aproximadamente 15 m (50 ft) por encima del umbral de la pista de aterrizaje o hasta el punto en el que la maniobra de enderezamiento debería comenzar para el tipo de aeronave que se esté operando.

**Aproximaciones paralelas dependientes.** Aproximaciones simultáneas a pistas de vuelo por instrumentos, paralelas o casi paralelas, cuando se prescriben mínimos de separación radar entre aeronaves situadas en las prolongaciones de ejes de pista adyacentes.

**Aproximaciones paralelas independientes.** Aproximaciones simultáneas a pistas de vuelo por instrumentos, paralelas o casi paralelas, cuando no se prescriben mínimos de separación radar entre aeronaves situadas en las prolongaciones de ejes de pista adyacentes.

**Área de aproximación final y de despegue (FATO).** Área definida en la que termina la fase final de la maniobra de aproximación hasta el vuelo estacionario o el aterrizaje, y a partir de la cual empieza la maniobra de despegue. Cuando la FATO esté destinada a los helicópteros de Clase de performance 1, el área definida comprenderá el área de despegue interrumpido disponible.

**Área de maniobras visuales (circuito).** Área en la cual hay que tener en cuenta el franqueamiento de obstáculos cuando se trata de aeronaves que llevan a cabo una aproximación en circuito.

**Área primaria.** Área definida, dispuesta simétricamente a ambos lados de la derrota nominal de vuelo, en la cual hay que garantizar el margen de franqueamiento de obstáculos (véase también *Área secundaria*).

**Área secundaria.** Área definida, dispuesta a ambos lados del área primaria y situada a lo largo de la derrota nominal de vuelo, en la cual se proporciona un margen decreciente de franqueamiento de obstáculos (véase también *Área primaria*).

**Bloque de datos del tramo de aproximación final (FAS).** El conjunto de parámetros para identificar una sola aproximación de precisión o un APV y definir su trayectoria de aproximación asociada.

**Curva de nivel.** Línea en un mapa o carta que conecta puntos de igual elevación.

**Declinación de la estación.** Ángulo entre el radial 360° del VOR y el norte verdadero.

**Deflexión máxima (FSD).** Término empleado para describir la desviación máxima desde el centro de un indicador de desviación de rumbo (CDI) o de un indicador de desviación vertical (VDI), tales como un indicador de pendiente de planeo, y que se aplica tanto a la escala lineal como a la angular.

**Derrota.** La proyección sobre la superficie terrestre de la trayectoria de una aeronave, cuya dirección en cualquier punto se expresa generalmente en grados a partir del norte (geográfico, magnético o de la cuadrícula).

**Derrota de aproximación final.** Derrota de vuelo en el tramo de aproximación final normalmente alineada con el eje de la pista. Para los tramos de aproximación final desplazada, la derrota de aproximación final está alineada con la orientación del FTP y del FPAP.

**Diseñador de procedimientos de vuelo.** Persona responsable del diseño de procedimientos de vuelo que cumple los requisitos de competencia establecidos por el Estado.

**Distancia a un punto de recorrido (WD).** Distancia sobre el elipsoide del WGS desde un punto de recorrido definido hasta el receptor RNAV de la aeronave.

**Distancia DME.** Alcance óptico (alcance oblicuo) a partir del transmisor de la señal DME hasta la antena receptora.

**Distancia mínima de estabilización (MSD).** Distancia mínima para completar una maniobra de viraje, y después de la cual puede iniciarse una nueva maniobra. La distancia mínima de estabilización se utiliza para calcular la distancia mínima entre puntos de recorrido.

**Elevación.** Distancia vertical entre un punto o un nivel de la superficie de tierra, o unido a ella, y el nivel medio del mar.

**Elevación del aeródromo.** Elevación del punto más alto del área de aterrizaje.

**Geoide.** Superficie equipotencial en el campo de gravedad de la Tierra que coincide con el nivel medio del mar (MSL) en calma y su prolongación continental.

*Nota.— El geoide tiene forma irregular debido a las perturbaciones gravitacionales locales (mareas, salinidad, corrientes, etc.) y la dirección de la gravedad es perpendicular al geoide en cada punto.*

**Lugar de aterrizaje.** Área de aterrizaje que posee las mismas características físicas que un helipuerto de vuelo visual, de conformidad con el Anexo 14, Volumen II. (Ejemplo: el lugar de aterrizaje podría ser un helipuerto de vuelo visual o localizarse en una pista de vuelo visual).

**Llegada normalizada por instrumentos (STAR).** Una ruta de llegada designada según reglas de vuelo por instrumentos (IFR) que une un punto significativo, normalmente en una ruta ATS, con un punto desde el cual puede comenzarse un procedimiento publicado de aproximación por instrumentos.

**Navegación a estima (DR).** Estimación o determinación de una posición futura a partir de una posición conocida, a base de dirección, tiempo y velocidad.

**Navegación de área (RNAV).** Método de navegación que permite la operación de aeronaves en cualquier trayectoria de vuelo deseada, dentro de la cobertura de las ayudas para la navegación referidas a la estación, o dentro de los límites de las posibilidades de las ayudas autónomas, o de una combinación de ambas.

**Nivel.** Término genérico referente a la posición vertical de una aeronave en vuelo, que significa indistintamente altura, altitud o nivel de vuelo.

**Nivel de vuelo (FL).** Superficie de presión atmosférica constante relacionada con determinada referencia de presión, 1 013,2 hectopascascales (hPa), separada de otras superficies análogas por determinados intervalos de presión.

*Nota 1.— Cuando un baroaltímetro calibrado de acuerdo con la atmósfera tipo:*

- a) se ajuste al QNH, indicará la altitud;*
- b) se ajuste al QFE, indicará la altura sobre la referencia QFE;*
- c) se ajuste a la presión de 1 013,2 hPa, podrá usarse para indicar niveles de vuelo.*

*Nota 2.— Los términos “altura” y “altitud” usados en la Nota 1, indican alturas y altitudes altimétricas más bien que alturas y altitudes geométricas.*

**Obstáculo destacado.** Toda característica natural del terreno u objeto fijo, permanente o temporal, erigido por el hombre, cuya dimensión vertical tenga importancia en relación con las características contiguas y cercanas, y se considere que es un peligro potencial para el paso seguro de aeronaves en el tipo de operación para el cual se diseñó el procedimiento en particular.



*Nota.*— La expresión “obstáculo destacado” se usa en este documento con el fin exclusivo de especificar los objetos considerados en los cálculos de los elementos pertinentes del procedimiento, y que se presentarán en la serie de cartas apropiada.

**Ondulación geoidal.** La distancia del geoide por encima (positiva) o por debajo (negativa) del elipsoide matemático de referencia.

*Nota.*— Con respecto al elipsoide definido del Sistema Geográfico Mundial — 1984 (WGS-84), la diferencia entre la altura elipsoidal y la altura ortométrica en el WGS-84 representa la ondulación geoidal en el WGS-84.

**Operaciones paralelas segregadas.** Operaciones simultáneas en pistas de vuelo por instrumentos paralelas o casi paralelas, cuando una de las pistas se utiliza exclusivamente para aproximaciones y la otra exclusivamente para salidas.

**Performance de navegación requerida (RNP).** Declaración de la performance de navegación necesaria para operar dentro de un espacio aéreo definido.

*Nota.*— La performance y los requisitos de navegación se definen para un tipo o una aplicación de RNP en particular.

**Pistas casi paralelas.** Pistas que no se cortan, pero cuyas prolongaciones de eje forman un ángulo de convergencia o de divergencia de 15° o menos.

**Procedimiento de aproximación de precisión.** Procedimiento de aproximación por instrumentos basado en los datos de azimut y de trayectoria de planeo proporcionados por el ILS o el PAR.

**Procedimiento de aproximación frustrada.** Procedimiento a seguir si no se puede proseguir la aproximación.

**Procedimiento de aproximación por instrumentos (IAP).** Serie de maniobras predeterminadas realizadas por referencia a los instrumentos de a bordo, con protección específica contra los obstáculos desde el punto de referencia de aproximación inicial, o, cuando sea el caso, desde el inicio de una ruta definida de llegada hasta un punto a partir del cual sea posible hacer el aterrizaje; y, luego, si no se realiza este, hasta una posición en la cual se apliquen los criterios de circuito de espera o de margen de franqueamiento de obstáculos en ruta. Los procedimientos de aproximación por instrumentos se clasifican como sigue:

**Procedimiento de aproximación que no es de precisión (NPA).** Procedimiento de aproximación por instrumentos en el que se utiliza guía lateral pero no guía vertical.

**Procedimiento de aproximación con guía vertical (APV).** Procedimiento de aproximación por instrumentos en el que se utiliza guía lateral y vertical, pero que no satisface los requisitos establecidos para las operaciones de aproximación y aterrizaje de precisión.

**Procedimiento de aproximación de precisión (PA).** Procedimiento de aproximación por instrumentos en el que se utiliza guía lateral y vertical de precisión con los mínimos determinados por la categoría de operación.

*Nota.*— Guía lateral y vertical se refiere a la guía proporcionada ya sea por:

- a) una ayuda terrestre para la navegación; o bien
- b) una base de datos de navegación generada por ordenador.

**Procedimiento de espera.** Maniobra predeterminada que mantiene a la aeronave dentro de un espacio aéreo especificado, mientras espera una autorización posterior.

**Procedimiento de hipódromo.** Procedimiento previsto para permitir que la aeronave pierda altitud en el tramo de aproximación inicial, o siga la trayectoria de acercamiento cuando no resulte práctico iniciar un procedimiento de inversión.

**Procedimiento de inversión.** Procedimiento previsto para permitir que la aeronave invierta el sentido en el tramo de aproximación inicial de un procedimiento de aproximación por instrumentos. Esta secuencia de maniobras puede requerir virajes reglamentarios o virajes de base.

**Punto de alineación de la trayectoria de vuelo (FPAP).** El FPAP es un punto en el mismo plano lateral que el LTP o el FTP que se utiliza para definir la alineación del tramo de aproximación final. En aproximaciones alineadas con el eje de la pista, el FPAP está situado en el extremo de parada de la pista o más allá del mismo. El desplazamiento de longitud delta respecto al umbral opuesto de la pista define su emplazamiento.

**Punto de aproximación frustrada (MAPt).** En un procedimiento de aproximación por instrumentos, el punto en el cual, o antes del cual, se ha de iniciar la aproximación frustrada prescrita, con el fin de respetar el margen mínimo de franqueamiento de obstáculos.

**Punto de cambio.** El punto en el cual se espera que una aeronave que navega en un tramo de una ruta ATS definido por referencia a los radiofaros omnidireccionales VHF transfiera su referencia de navegación primaria, de la instalación por detrás de la aeronave a la instalación inmediata por delante de la aeronave.

*Nota.— Los puntos de cambio se establecen con el fin de proporcionar el mejor equilibrio posible en cuanto a fuerza y calidad de la señal entre instalaciones, en todos los niveles que hayan de utilizarse, y para asegurar una fuente común de guía en azimut para todas las aeronaves que operan a lo largo de la misma parte de un tramo de ruta.*

**Punto de cruce de referencia (DCP).** EL DCP es un punto en la trayectoria de planeo directamente en la vertical del LTP (FTP) a una altura especificada mediante la RDH.

**Punto de recorrido.** Un lugar geográfico especificado, utilizado para definir una ruta de navegación de área o la trayectoria de vuelo de una aeronave que emplea navegación de área. Los puntos de recorrido se identifican como:

*Punto de recorrido de paso (vuelo por).* Punto de recorrido que requiere anticipación del viraje para que pueda realizarse la interceptación tangencial del siguiente tramo de una ruta o procedimiento.

*Punto de recorrido de sobrevuelo.* Punto de recorrido en el que se inicia el viraje para incorporarse al siguiente tramo de una ruta o procedimiento.

**Punto de referencia de aproximación inicial (IAF).** Punto de referencia que marca el inicio del tramo inicial y el fin del tramo de llegada, si corresponde.

**Punto de referencia de descenso.** Punto de referencia establecido en una aproximación de precisión en el FAP para eliminar algunos obstáculos antes del FAP, los cuales de lo contrario habrían de ser considerados para fines de franqueamiento de obstáculos.

**Punto de referencia de espera.** Lugar geográfico que sirve de referencia para un procedimiento de espera.

**Punto de referencia de espera de aproximación frustrada (MAHF).** Punto de referencia utilizado en aplicaciones RNAV que marca el término del tramo de aproximación frustrada y el punto central para la espera de aproximación frustrada.

**Punto de referencia de un punto en el espacio (PRP).** Punto de referencia para la aproximación a un punto en el espacio indicado mediante la latitud y longitud del MAPt.

**Punto de referencia de viraje en aproximación frustrada (MATF).** Un punto de referencia distinto del MAPt, que marca un viraje en un tramo de aproximación frustrada.

**Punto de referencia del helipuerto (HRP).** Lugar designado del helipuerto o del lugar de aterrizaje.

**Punto de referencia en azimut GBAS (GARP).** Se define que el GARP está más allá del FPAP a lo largo del eje del procedimiento con un desplazamiento fijo de 305 m (1 000 ft). Se utiliza para establecer los límites de visualización de la desviación lateral.

**Punto de referencia intermedio (IF).** Punto de referencia que marca el final del tramo inicial y el principio del tramo intermedio.

**Punto de umbral ficticio (FTP).** El FTP es un punto sobre el cual pasa la trayectoria del tramo de aproximación final a una altura relativa especificada mediante la altura del punto de referencia. Se define mediante la latitud, longitud, elevación del MLS y altura del geode en unidades WGS-84. El FTP sustituye al LTP cuando el rumbo de aproximación final no está alineado con la prolongación del eje de la pista o cuando el umbral está desplazado del umbral real de la pista. Para aproximaciones no alineadas, el FTP está situado en la intersección de la perpendicular desde el FAS al umbral de la pista. La elevación del FTP es la misma que la elevación real del umbral de la pista.

**Punto del umbral de aterrizaje (LTP).** El LTP es un punto sobre el cual pasa la trayectoria de planeo a una altura relativa especificada por la altura del punto de referencia. Se define mediante la latitud, longitud, elevación del MLS y altura del geode en unidades WGS-84. El LTP está normalmente situado en la intersección del eje de la pista y el umbral.

**Recorrido de despegue disponible (TORA).** La longitud de la pista que se ha declarado disponible y adecuada para el recorrido en tierra de un avión que despegue.

**Rumbo (de la aeronave).** Dirección en que apunta el eje longitudinal de una aeronave, expresada generalmente en grados respecto al norte (geográfico, magnético, de la brújula o de la cuadrícula).

**Salida normalizada por instrumentos (SID).** Una ruta de salida designada según reglas de vuelo por instrumentos (IFR) que une el aeródromo, o una determinada pista del aeródromo, con un determinado punto significativo, normalmente en una ruta ATS, en el cual comienza la fase en ruta de un vuelo.

**Salidas paralelas independientes.** Salidas simultáneas desde pistas de vuelo por instrumentos paralelas o casi paralelas.

**Servicio europeo de complemento geostacionario de navegación (EGNOS).** Sistema de aumentación basado en satélites que proporciona servicios de navegación que cumplen los requisitos del Anexo 10 en la Región Europa.

**Sistema de aumentación basado en satélites (SBAS).** Sistema de aumentación de amplia cobertura por el cual el usuario recibe información de aumentación transmitida por satélite.

*Nota.— Las normas de performance del SBAS se encuentran en el Anexo 10, Volumen I, Capítulo 3.*

**Sistema de aumentación basado en satélites con satélite de transporte multifuncional (MSAS).** Sistema de aumentación basado en satélites que proporciona servicios de navegación que cumplen los requisitos del Anexo 10 en la Región Asia/Pacífico.

**Sistema de aumentación basado en tierra (GBAS).** Sistema de aumentación por el cual el usuario recibe la información para aumentación de un transmisor de base terrestre.

**Sistema mundial de navegación por satélite (GNSS).** Sistema mundial de determinación de la posición y la hora, que incluye una o más constelaciones de satélites, receptores de aeronave y vigilancia de la integridad del sistema con el aumento necesario en apoyo de la performance de navegación requerida en la operación prevista.

*Nota.— Las normas de performance del GNSS se encuentran en el Anexo 10, Volumen I, Capítulo 3.*

**Superficie de evaluación de obstáculos (OAS).** Superficie definida prevista para determinar los obstáculos que hay que tener en cuenta al calcular la altitud/altura de franqueamiento de obstáculos en procedimientos APV o de aproximación de precisión.

**Terminación de trayectoria.** Código de dos letras, que determina un tipo específico de trayectoria de vuelo en un tramo de un procedimiento y un tipo específico de terminación de esa trayectoria de vuelo. Las terminaciones de trayectorias se asignan a todos los segmentos de procedimientos RNAV, SID, STAR y de aproximación en una base de datos de navegación de a bordo.

*Nota.— Las terminaciones de trayectorias definidas en los PANS-OPS se establecen, con excepción de la terminación de trayectoria RF, de conformidad con las reglas establecidas en la Especificación 424-15 ARINC, Base de datos del sistema de navegación. Las reglas aplicables a la terminación de trayectoria RF se basan en 424-17 ARINC.*

**Tolerancia paralela a la derrota (ATT).** Tolerancia de un punto de referencia a lo largo de la derrota nominal, resultante de las tolerancias de los equipos de a bordo y de tierra.

**Tolerancia perpendicular a la derrota (XTT).** Tolerancia de un punto de referencia medida perpendicularmente a la derrota nominal, resultante de las tolerancias de los equipos de a bordo y de tierra, y de la tolerancia técnica de vuelo (FTT).

**Tramo de aproximación final.** Fase de un procedimiento de aproximación por instrumentos durante la cual se ejecutan la alineación y el descenso para aterrizar.

**Tramo de aproximación inicial.** Fase de un procedimiento de aproximación por instrumentos entre el punto de referencia de aproximación inicial y el punto de referencia intermedio o, cuando corresponda, el punto de referencia de aproximación final.

**Tramo de aproximación intermedia.** Fase de un procedimiento de aproximación por instrumentos entre, ya sea el punto de referencia intermedio y el punto de referencia de aproximación final, o el punto de aproximación final; o entre el final de un procedimiento de inversión, de hipódromo o de navegación a estima y el punto de referencia de aproximación final o el punto de aproximación final, según sea el caso.

**Tramo visual directo (VS directo).** Porción del vuelo que conecta el PinS con el lugar de aterrizaje; esto puede hacerse de manera directa hacia el lugar de aterrizaje o por medio del punto de descenso (DP), donde puede tener lugar un cambio limitado de derrota.

**Tramo visual de una aproximación a un punto en el espacio (PinS).** Éste es el tramo que corresponde a un procedimiento de aproximación PinS de un helicóptero desde el MAPt hasta el lugar de aterrizaje para un procedimiento PinS “proseguir visualmente”.

**Umbral (THR).** Comienzo de la parte de pista utilizable para el aterrizaje.

**Verificación por redundancia cíclica (CRC).** Algoritmo matemático aplicado a la expresión digital de los datos que proporciona un cierto nivel de garantía contra la pérdida o alteración de los datos.

**Viraje de base.** Viraje ejecutado por la aeronave durante la aproximación inicial, entre el extremo de la derrota de alejamiento y el principio de la derrota de aproximación intermedia o final. Las derrotas no son opuestas entre sí.

*Nota.— Pueden designarse como virajes de base los que se hacen ya sea en vuelo horizontal o durante el descenso, según las circunstancias en que se haga cada procedimiento.*

**Viraje reglamentario.** Maniobra que consiste en un viraje efectuado a partir de una derrota designada, seguido de otro en sentido contrario, de manera que la aeronave intercepte la derrota designada y pueda seguirla en sentido opuesto.

*Nota 1.— Los virajes reglamentarios se designan “a la izquierda” o “a la derecha”, según el sentido en que se haga el viraje inicial.*

*Nota 2.— Pueden designarse como virajes reglamentarios los que se hacen ya sea en vuelo horizontal o durante el descenso, según las circunstancias de cada procedimiento.*

**Zona despejada de obstáculos (OFZ).** Espacio aéreo por encima de la superficie de aproximación interna, de las superficies de transición interna, de la superficie de aterrizaje interrumpido y de la parte de la franja limitada por esas superficies, en que no penetra ningún obstáculo fijo, salvo uno de masa ligera montado sobre soportes frangibles, necesario para fines de navegación aérea.

**Zona inviolable (NTZ).** En el contexto de las aproximaciones paralelas independientes, un corredor del espacio aéreo de dimensiones definidas, centrado entre las prolongaciones de los ejes de las dos pistas en el que una penetración por parte de una aeronave requiere la intervención del controlador para dirigir las maniobras de cualquier aeronave amenazada en la aproximación adyacente.

**Zona montañosa.** Zona con perfil de terreno cambiante, en la cual las variaciones de elevación del terreno exceden de 900 m (3 000 ft) dentro de una distancia de 18,5 km (10 NM).



## Capítulo 2

### ABREVIATURAS Y ACRÓNIMOS

*(utilizadas en este documento)*

AC	Circular de asesoramiento
AIP	Publicación de información aeronáutica
AMSL	Sobre el nivel medio del mar
ANP	Performance de navegación real
AOB	Ángulo de inclinación lateral (alabeo)
APV	Procedimiento de aproximación con guía vertical
ARP	Punto de referencia de aeródromo
ATC	Control de tránsito aéreo
ATS	Servicio de tránsito aéreo
ATT	Tolerancia paralela a la derrota
AZM	Azimut
BV	Valor intermedio
CA	Rumbo hasta una altitud
CAT	Categoría
CF	Rumbo hasta punto de referencia
C/L	Eje
CDI	Indicador de desviación de rumbo
CDFA	Aproximación final en descenso continuo
COP	Punto de cambio
CRC	Verificación por redundancia cíclica
CRM	Modelo de riesgo de colisión
DA/H	Altitud/altura de decisión
DCP	Punto de cruce de referencia
DER	Extremo de salida de la pista
DF	Instalación radiogoniométrica
DME	Equipo radiotelemétrico
DP	Punto de descenso
DR	Navegación a estima
DTT	Precisión de utilización del sistema
EDA	Área de elevación diferencial
EUROCAE	Organización europea para el equipamiento de la aviación civil
FA	Rumbo desde un punto de referencia hasta una altitud
FAF	Punto de referencia de aproximación final
FAP	Punto de aproximación final
FAS	Tramo de aproximación final
FATO	Área de aproximación final y de despegue
FHP	Helipunto ficticio
FL	Nivel de vuelo
FM	Rumbo desde un punto de referencia hasta una terminación manual
FMC	Computadora de gestión de vuelo
FMS	Sistema de gestión de vuelo
FPAP	Punto de alineación de la trayectoria de vuelo

FTE	Error técnico de vuelo
FTP	Punto de umbral ficticio
FTT	Tolerancia técnica de vuelo
GARP	Punto de referencia en azimut del GBAS
GBAS	Sistema de aumentación basado en tierra
GLS	Sistema GBAS de aterrizaje
GNSS	Sistema mundial de navegación por satélite
GP	Trayectoria de planeo
GPA	Ángulo de trayectoria de planeo
GPWS	Sistema de advertencia de la proximidad del terreno
HA	Espera/en hipódromo hasta una altitud
HAE	Altura elipsoidal
HAL	Límite de alerta horizontal
HCH	Altura de franqueamiento del helipuerto
HF	Espera/en hipódromo hasta un punto de referencia
HL	Pérdida de altura
HM	Espera/en hipódromo hasta una terminación manual
HP	Helipunto
HRP	Punto de referencia del helipuerto
IAC	Carta de aproximación por instrumentos
IAF	Punto de referencia de aproximación inicial
IAP	Procedimiento de aproximación por instrumentos
IAS	Velocidad indicada
IF	Punto de referencia de aproximación intermedia
IFP	Procedimiento de vuelo por instrumentos
IFR	Reglas de vuelo por instrumentos
ILS	Sistema de aterrizaje por instrumentos
IMAL	Límite de alarma del monitor de integridad
IMC	Condiciones meteorológicas de vuelo por instrumentos
ISA	Atmósfera tipo internacional
KIAS	Velocidad indicada en nudos
LDAH	Distancia de aterrizaje disponible — helicópteros
LF	Baja frecuencia
LOC	Localizador
LORAN	Sistema de navegación de larga distancia
LP	Actuación del localizador
LPV	Actuación del localizador con guía vertical
LTP	Punto del umbral de aterrizaje
MA/H	Altitud/altura mínima
MAHF	Punto de referencia de espera en aproximación frustrada
MAPt	Punto de aproximación frustrada
MATF	Punto de referencia para viraje en aproximación frustrada
MDA/H	Altitud/altura mínima de descenso
MEA	Altitud mínima en ruta
MEA-G	Altitud mínima de ruta — GNSS
MLS	Sistema de aterrizaje por microondas
MM	Radiobaliza intermedia
MOC	Margen mínimo de franqueamiento de obstáculos
MOCA	Altitud mínima de franqueamiento de obstáculos
MSA	Altitud mínima de sector
MSD	Distancia mínima de estabilización
MSL	Nivel medio del mar
NDB	Radiofaro no direccional



NM	Milla marina
NPA	Aproximación que no es de precisión
NSE	Error del sistema de navegación
NTZ	Zona inviolable
OAS	Superficie de evaluación de obstáculos
OCA/H	Altitud/altura de franqueamiento de obstáculos
OCA/H <sub>fin</sub>	OCA/H para la aproximación final y la aproximación frustrada directa
OCA/H <sub>ps</sub>	OCA/H para el tramo de precisión
OCS	Superficie de franqueamiento de obstáculos
OFZ	Zona despejada de obstáculos
OIS	Superficie de identificación de obstáculos
OJT	Formación en el puesto de trabajo
OLS	Superficie limitadora de obstáculos
OM	Radiobaliza exterior
PA	Aproximación de precisión
PAPI	Indicador de trayectoria de aproximación de precisión
PAR	Radar de aproximación de precisión
PBN	Navegación basada en la performance
PDG	Pendiente de diseño del procedimiento
PinS	Punto en el espacio
PRP	Punto de referencia de un punto en el espacio
R	Velocidad angular de viraje
RAIM	Vigilancia autónoma de la integridad en el receptor
RASS	Fuente de reglaje del altímetro a distancia
RDH	Altura del punto de referencia (para APV y PA)
RF	Arco de radio constante hasta un punto de referencia
RNAV	Navegación de área
RNP	Performance de navegación requerida
RPDS	Selector de datos de trayectoria de referencia
RSR	Radar de vigilancia en ruta
RSS	Raíz cuadrada de la suma de los cuadrados (media cuadrática)
SA	Área de seguridad operacional
SARPS	Normas y métodos recomendados (OACI)
SBAS	Sistema de aumentación basado en satélites
SD	Desviación característica
SDF	Punto de referencia de escalón de descenso
SI	Sistema internacional de unidades
SID	Salida normalizada por instrumentos
SIS	Señal en el espacio
SOC	Comienzo del ascenso
SST	Avión supersónico de transporte
ST	Tolerancia de cálculo del sistema
STAR	Llegada normalizada por instrumentos
TAA	Altitud de llegada a terminal
TACAN	Sistema TACAN
TA/H	Viraje a una altitud/altura dada
TAR	Radar de vigilancia de área terminal
TAS	Velocidad verdadera
TCH	Altura de franqueamiento del umbral
TF	Derrota hasta punto de referencia
THR	Umbral
TMA	Área de control terminal
TNA/H	Altitud/altura del viraje

---

TP	Punto de viraje
TSE	Error total del sistema
TTT	Técnica de trazado con plantillas
VA	Rumbo de la aeronave hasta una altitud
VAL	Límite de alerta vertical
VASIS	Sistema visual indicador de pendiente de aproximación
VDF	Estación radiogoniométrica de muy alta frecuencia
VEB	Ponderación del error vertical
VHF	Muy alta frecuencia
VI	Rumbo de la aeronave hasta un punto de interceptación
VM	Rumbo de la aeronave hasta una terminación manual
VOR	Radiofaro omnidireccional VHF
VPA	Ángulo de trayectoria vertical
VS	Tramo visual
VS directo	Tramo visual directo
VSDA	Ángulo de descenso del tramo visual
VSS	Superficie de tramo visual
WD	Distancia a un punto de recorrido
WGS	Sistema geodésico mundial
XTT	Tolerancia perpendicular de la derrota
SLNC	Nombre-clave de cinco letras

---

## **Capítulo 3**

### **UNIDADES DE MEDIDA**

3.1 Las unidades de medida están expresadas de conformidad con las disposiciones del Anexo 5.

3.2 Los valores de los parámetros generalmente figuran en números enteros. Cuando esto no ofrece la precisión requerida, el parámetro figura con los decimales necesarios. Cuando el parámetro afecta directamente a la tripulación de vuelo en lo referente al mando de la aeronave, el redondeo generalmente se efectúa al múltiplo de cinco inmediato. Además, las pendientes de planeo generalmente se expresan en porcentajes. Para las pendientes de planeo expresadas en otras unidades, véase el *Manual de construcción de procedimientos de vuelo por instrumentos* (Doc 9368).

3.3 A fin de asegurar la precisión requerida cuando se empleen los parámetros especificados en este documento, deberían redondearse únicamente los resultados finales de los cálculos. En los cálculos intermedios debería emplearse la máxima resolución posible.

3.4 Cuando se conviertan a unidades que no son SI, las dimensiones de las áreas relacionadas con el ILS, el MLS o el GBAS/SBAS, deberían redondearse al pie entero inmediato.

3.5 Los valores redondeados que deberán publicarse en las cartas aeronáuticas satisfarán los correspondientes requisitos de resolución de las cartas aeronáuticas indicados en el Apéndice 6 del Anexo 4.

---



## **Sección 2**

### **PRINCIPIOS GENERALES**



# Capítulo 1

## GENERALIDADES

### 1.1 INTRODUCCIÓN

1.1.1 Las especificaciones de esta parte se han formulado con el fin de llegar a un grado razonable de normalización, pero se reconoce que es poco probable que se pueda llegar a la uniformidad mundial de los procedimientos, de las áreas y de los márgenes de franqueamiento de obstáculos para cada tipo de instalación. Por lo tanto, los Estados deberían tener en cuenta las condiciones locales, en lo que se refiere a estos criterios, cuando establezcan los procedimientos, las áreas y los márgenes de franqueamiento de obstáculos.

1.1.2 Sólo debería especificarse un procedimiento para cada tipo de radioayuda en relación con una pista dada. Las excepciones a esta regla sólo deberían permitirse después de efectuar consultas entre las autoridades competentes y los explotadores interesados. Así pues, es conveniente señalar a la atención de los Estados los criterios generales y fundamentales que han servido de base a las especificaciones y el método que debería seguirse para aplicar esos criterios.

1.1.3 El margen de franqueamiento de obstáculos es la consideración principal, desde el punto de vista de la seguridad operacional, cuando se trata de construir los procedimientos de aproximación por instrumentos y, teniendo en cuenta factores variables tales como la topografía, las características de las aeronaves y la pericia de los pilotos, los procedimientos detallados que figuran en esta parte se fundan en los equipos y métodos actuales. Con todo, los márgenes de franqueamiento indicados se consideran como mínimos, y se han establecido teniendo en cuenta las especificaciones COM (Telecomunicaciones) y AGA (Aeródromos), y se estima que no se podrían reducir sin menoscabo de la seguridad.

1.1.4 En pro de la eficacia, regularidad y economía, habría que tratar de conseguir que el equipo se emplace y los procedimientos se formulen de modo que tanto el tiempo de ejecución de las aproximaciones por instrumentos como el espacio aéreo necesario para hacer las maniobras consiguientes constituyan el mínimo indispensable y compatible con la seguridad.

### 1.2 ÁREAS

1.2.1 Para cada tramo se proporciona un área correspondiente. Normalmente, el área se dispone simétricamente a cada lado de la derrota prevista. En principio, esta área se subdivide en área primaria y área secundaria. Sin embargo, en algunos casos sólo se permiten áreas primarias. Cuando se permiten áreas secundarias, la mitad exterior de cada lado del área (normalmente el 25% de la anchura total) se designa como área secundaria. Véase la Figura I-2-1-1.

1.2.2 *Cálculo de la anchura del área secundaria en un punto dado.* La anchura de las áreas secundarias en cualquier punto (p) entre dos puntos de referencia, se puede obtener por interpolación lineal desde las anchuras en estos puntos de referencia, de acuerdo con la siguiente ecuación (véase la Figura I-2-1-2):

$$W_{sp} = W_{s1} + D_p/L (W_{s2} - W_{s1})$$

donde:  $W_{s1}$  = anchura del área secundaria en el primer punto de referencia  
 $W_{s2}$  = anchura del área secundaria en el segundo punto de referencia  
 $W_{sp}$  = anchura del área secundaria en el punto p  
 $D_p$  = distancia del punto p desde el primer punto de referencia, medida a lo largo de la derrota nominal  
 $L$  = distancia entre los dos puntos de referencia, medida a lo largo de la derrota nominal

### 1.3 FRANQUEAMIENTO DE OBSTÁCULOS

Se prevé un franqueamiento de obstáculos total en toda el área, salvo que se determinen áreas secundarias. En este caso, se prevé el franqueamiento de obstáculos total en el área primaria, y en el área secundaria el franqueamiento de obstáculos se reduce en forma lineal desde el total de franqueamiento en el borde interior hasta cero en el borde exterior. Véase la Figura I-2-1-1.

El margen mínimo de franqueamiento de obstáculos (MOC) se puede obtener en las áreas secundarias por una interpolación lineal desde el MOC total en el borde exterior del área primaria hasta cero, de acuerdo con la siguiente ecuación (véase la Figura I-2-1-3):

$$MOC_{sy} = MOC_p * (1 - Y/W_s)$$

donde:  $MOC_p$  = MOC en el área primaria  
 $MOC_{sy}$  = MOC en el área secundaria para obstáculo a una distancia Y desde el borde exterior del área primaria  
 $W_s$  = anchura del área secundaria  
 $Y$  = distancia del obstáculo desde el borde del área primaria, medida perpendicularmente a la derrota nominal

### 1.4 EJEMPLOS DE CÁLCULO

Salvo indicación en contrario, todos los ejemplos de cálculo que figuran en este documento se basan en una altitud de 600 m (2 000 ft) sobre el nivel del mar (MSL) y en una temperatura ISA + 15°C. Para la conversión de las velocidades se aplican los factores que figuran en el Apéndice del Capítulo 1.

### 1.5 MARCACIONES, DERROTAS Y RADIALES

Para la planificación de los procedimientos se utilizarán grados verdaderos. Sin embargo, todos los procedimientos publicados se expresarán en grados magnéticos de acuerdo con las disposiciones del Anexo 4. Los radiales se expresarán igualmente en grados magnéticos, y se identificarán como radiales haciendo preceder la marcación magnética, a partir de la instalación, por la letra “R”, por ejemplo, R-027 o R-310. El radial publicado será el que defina la derrota de vuelo deseada. En las regiones en que no es posible fiarse de las indicaciones magnéticas (p. ej., en la proximidad de los polos magnéticos terrestres), los procedimientos pueden basarse en grados verdaderos.



## **1.6 PRECISIÓN DE LA UTILIZACIÓN DEL SISTEMA DE NAVEGACIÓN**

1.6.1 Las precisiones del sistema, necesarias para la formulación de criterios de franqueamiento de obstáculos, se basan en los factores de performance mínima del sistema. Cuando se tiene la certeza de que uno o varios de los parámetros que ejercen influencia sobre estos valores seguirán siendo superiores a los mínimos, pueden utilizarse valores de precisión menores. Los valores de precisión son iguales a la media cuadrática de las tolerancias del sistema (RSS).

1.6.2 Si se utiliza una ayuda para la navegación con el propósito de proporcionar guía de derrota, la tolerancia del punto de referencia de la intersección se basa en límites de confianza de 2 sigma (95%), mientras el ensanchamiento de las áreas de procedimiento de aproximación por instrumentos/aproximación frustrada se basa en límites de confianza de 3 sigma (99,7%). En cuanto a las tolerancias del VOR/NDB, véase el Capítulo 2, Tabla I-2-2-1 y las Figuras I-2-2-9 y I-2-2-11.

## **1.7 AUMENTO DE ALTITUDES/ALTURAS PARA ZONAS MONTAÑOSAS**

1.7.1 Cuando se planifican los procedimientos con el fin de utilizarlos en zonas montañosas, hay que tener en cuenta el error altimétrico inducido y los problemas de pilotaje que se presentan cuando se dan vientos de 37 km/h (20 kt), o más, por encima de estas regiones. Cuando se sabe que existen estas condiciones, el MOC debería aumentarse hasta el máximo del 100%.

1.7.2 Los especialistas en procedimientos y las autoridades encargadas de aprobarlos deberían tener en cuenta los peligros que se corren y proceder a los aumentos apropiados, según su experiencia y juicio, para limitar el tiempo durante el cual una aeronave esté expuesta a la turbulencia de sotavento y a otros fenómenos meteorológicos propios de los terrenos montañosos. Puede aumentarse de este modo la altitud/altura mínima, por encima de los puntos de referencia de aproximación intermedia y de aproximación final, con el fin de evitar un vuelo prolongado a poca distancia del suelo. Debería solicitarse la opinión de los explotadores para obtener la información más fiel de las condiciones locales. Esos aumentos deberían incluirse en la publicación de información aeronáutica (AIP) del Estado, Sección GEN 3.3.5, “Altitud mínima de vuelo”. Véase el Anexo 15, Apéndice 1 (Contenido de la publicación de información aeronáutica).

## **1.8 PRECISIÓN DE LAS CARTAS**

1.8.1 Al preparar los procedimientos de aproximación por instrumentos, es necesario tener en cuenta la precisión de las cartas añadiendo una tolerancia cartográfica a la altura y al emplazamiento de la característica topográfica o del obstáculo determinante. Se agregan tolerancias verticales a la altitud o a la elevación del objeto. Se agregan tolerancias horizontales al perímetro de la característica del terreno o del obstáculo determinante.

1.8.2 Cuando la aplicación de estas tolerancias suponga una imposición inadmisibles desde el punto de vista operacional, debería utilizarse información topográfica complementaria para conseguir mayor precisión en cuanto al emplazamiento y a la altura del obstáculo.

## **1.9 PRESENTACIÓN DE OBSTÁCULOS DESTACADOS Y COTAS EN LAS CARTAS**

Para no sobrecargar las cartas con información que podría obstaculizar la comprensión de información de navegación importante, los especialistas en procedimientos deben prestar mucha atención al proporcionar a los cartógrafos información sobre:

- a) obstáculos destacados que se consideran en los cálculos de los tramos pertinentes del procedimiento; y
- b) cotas apropiadas que se necesitan para comprender mejor la situación del terreno subyacente.

*Nota.*— Las especificaciones para representar el relieve y los obstáculos destacados en la Carta de aproximación por instrumentos — OACI, figuran en el Anexo 4, Capítulo 11.

## 1.10 BASE DE DATOS DE CARACTERÍSTICAS DE AERONAVE

Los criterios de los PANS-OPS utilizan las condiciones normalizadas para las características de aeronave. Sin embargo, en los criterios se permite la desviación de estas condiciones normales cuando se aplican requisitos específicos del espacio aéreo. Las características para aeronaves específicas pueden consultarse en el sitio web de la OACI en la base de datos de características de aeronave (en preparación).

## 1.11 PROMULGACIÓN

1.11.1 Para la planificación de los procedimientos se utilizarán grados verdaderos. Sin embargo, todos los procedimientos publicados se expresarán en grados magnéticos de acuerdo con las disposiciones del Anexo 4. Los radiales se expresarán igualmente en grados magnéticos y se identificarán como radiales haciendo preceder la marcación magnética, a partir de la instalación, por la letra “R”, por ejemplo, R-027 o R-310. El radial publicado será el que defina la derrota de vuelo deseada. En las regiones en que no es posible fiarse de las indicaciones magnéticas (p. ej., en la proximidad de los polos magnéticos terrestres), los procedimientos pueden basarse en grados verdaderos.

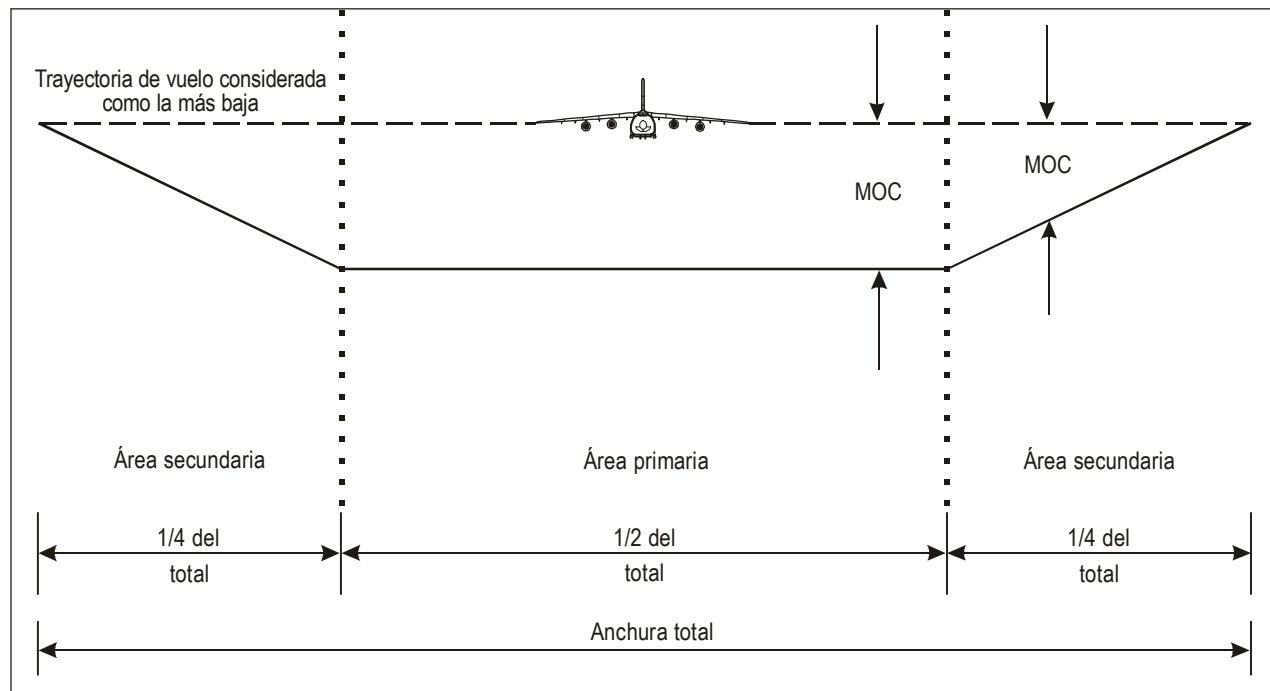
### 1.11.1.1 Aplicación de variación magnética

- a) *VOR*. Las derrotas magnéticas hasta o desde un VOR se determinan aplicando la declinación de la estación VOR publicada al radial VOR verdadero en el VOR.
- b) *Aproximación NDB, SID y STAR*. En un procedimiento, las derrotas magnéticas hasta o desde un NDB se determinan tomando la variación magnética del aeródromo publicada y aplicándola a la marcación verdadera en el NDB. Como excepción, cuando se designan STAR y SID empleando tramos de gran distancia en latitudes con gran variación, se aplica la variación magnética en los puntos 1/4 y 3/4 de la distancia total del tramo.
- c) *NDB en ruta*. Las derrotas magnéticas desde un NDB en ruta se determinan tomando la variación magnética en el NDB publicada y aplicándola a la marcación verdadera en el NDB. Como excepción, cuando se designa una aerovía en ruta empleando tramos de gran distancia en grandes latitudes con gran variación, se aplica la variación magnética en los puntos 1/4 y 3/4 de la distancia total del tramo.
- d) *Aproximación ILS, MLS o con localizador*. Los rumbos magnéticos para un localizador se determinan tomando la variación magnética publicada del correspondiente aeródromo y aplicándola al rumbo verdadero del localizador en el localizador.
- e) *Punto de referencia determinado por un NDB en ruta*. Las marcaciones magnéticas desde un punto de referencia determinado por una marcación hasta un NDB se determinan aplicando la variación magnética en el punto de referencia a la marcación verdadera en el punto de referencia determinado.
- f) *RNAV en ruta*. Para determinar la derrota magnética en ruta se aplica la variación magnética en cada punto de recorrido publicada.

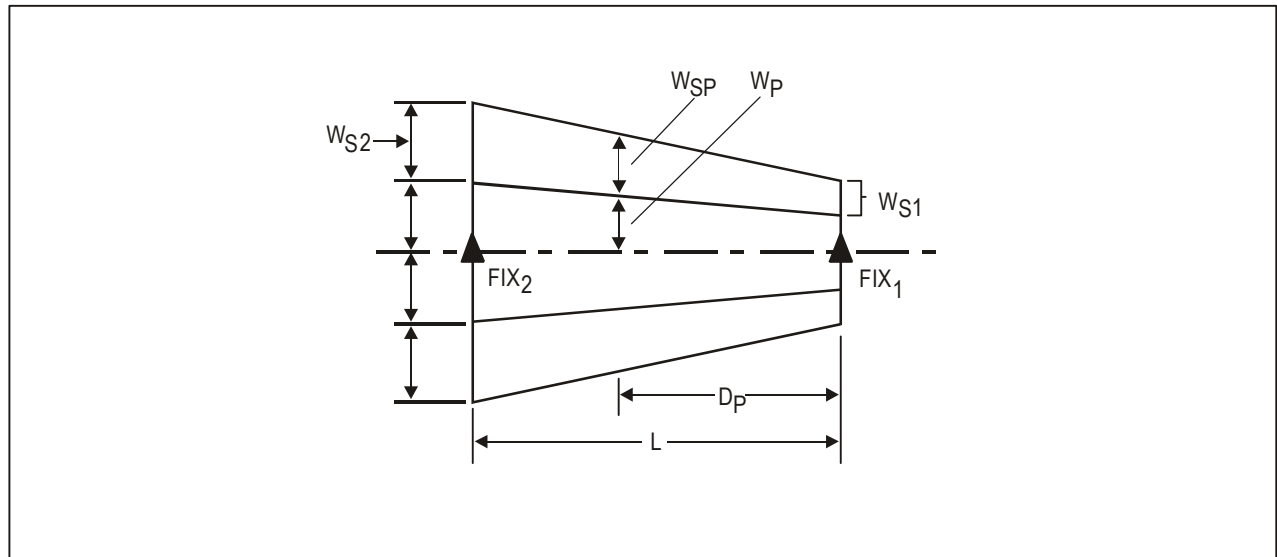
- g) *Procedimientos RNAV terminal.* La variación magnética que habrá de aplicarse a toda derrota empleada en los procedimientos RNAV, salvo los procedimientos RNAV (VOR/DME), es la variación magnética publicada por el correspondiente aeródromo de salida/aterrizaje previsto o la declinación de la estación de la ayuda para la navegación recomendada asociada con un tramo particular del procedimiento. Para determinar la derrota magnética, se aplica la variación magnética/declinación de la estación publicada a la derrota verdadera del procedimiento. Para los tramos basados en terminaciones de trayectoria CF, FA o FM, los sistemas de aeronave utilizan la declinación de la estación de la ayuda para la navegación aérea recomendada asociada con el tramo. Es importante que las ayudas para la navegación aérea apropiadas estén identificadas como ayudas para la navegación aérea recomendadas para todos esos tramos. La variación magnética del aeródromo publicada debería emplearse para los tramos basados en terminaciones de trayectoria CA, VA y VM. La variación magnética para los tramos basados en otras terminaciones de trayectoria puede determinarse empleando uno u otro método. Cuando se emplea la declinación de la estación, la ayuda para la navegación aérea recomendada estará claramente identificada en la descripción del procedimiento. Los rumbos magnéticos para procedimientos RNAV (VOR/DME) deberían emplear la declinación de la estación del VOR/DME de referencia para cada procedimiento.

1.11.2 Los procedimientos de Categoría H no se publicarán en la misma carta de aproximación por instrumentos (IAC) como procedimientos conjuntos de helicóptero/avión.

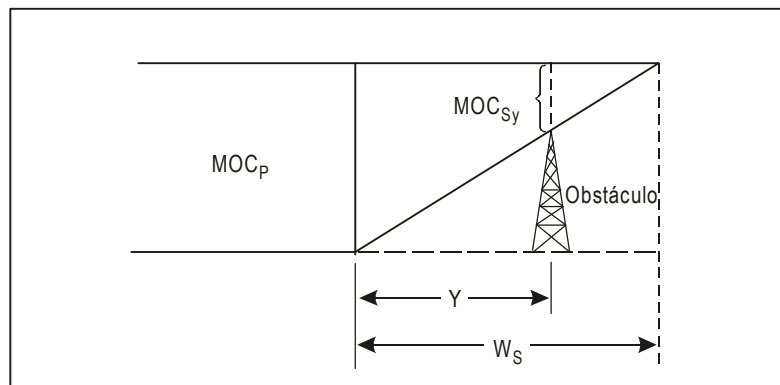
1.11.3 Si se usan valores diferentes, deberían estar promulgados. No obstante, para DME, se deberían utilizar siempre los valores del Capítulo 2, 2.4.4. “DME”.



**Figura I-2-1-1. Corte del área de tramo en línea recta, indicando las áreas primaria y secundaria**



**Figura I-2-1-2. Anchura del área secundaria**



**Figura I-2-1-3. Franqueamiento de obstáculos en áreas secundarias**

## Apéndice del Capítulo 1

### TABLA DE EQUIVALENCIAS PARA CONVERTIR IAS EN TAS

1. Este apéndice proporciona factores de conversión para convertir la velocidad indicada en velocidad verdadera, para altitudes de 0 a 7 500 m (0 a 24 000 ft) y temperaturas ISA comprendidas entre  $-30^{\circ}\text{C}$  y  $+30^{\circ}\text{C}$ .

2. Para calcular la velocidad verdadera, multiplíquese simplemente la velocidad indicada por el factor de conversión correspondiente a la altitud y la temperatura dadas. Por ejemplo:

- a) suponiendo una altitud de 4 500 m, una velocidad indicada de 400 km/h y una temperatura de ISA +  $20^{\circ}\text{C}$ , entonces

$$\text{TAS} = 400 \times 1,3034 = 521 \text{ km/h;}$$

- b) suponiendo una altitud de 10 000 ft, una velocidad indicada de 220 kt y una temperatura de ISA +  $10^{\circ}\text{C}$ , entonces

$$\text{TAS} = 220 \times 1,1852 = 261 \text{ kt.}$$

3. Si se trata de altitudes y temperaturas que no aparecen en las Tablas I-2-1-Ap-1 y I-2-1-Ap-2, para determinar la velocidad verdadera puede recurrirse a la fórmula que aparece debajo de cada tabla.

4. Teniendo en cuenta que en estas tablas no se ha considerado la compresibilidad, las velocidades a las cuales pueden aplicarse los factores de conversión deberían limitarse a las que aparecen en las Tablas I-4-1-1 y I-4-1-2.

Tabla I-2-1-Ap-1

Altitud (metros)	Factor de conversión							
	ISA-30	ISA-20	ISA-10	ISA	ISA+10	ISA+15	ISA+20	ISA+30
0	0,9465	0,9647	0,9825	1,0000	1,0172	1,0257	1,0341	1,0508
500,0	0,9690	0,9878	1,0063	1,0244	1,0423	1,0511	1,0598	1,0770
1 000,0	0,9922	1,0118	1,0309	1,0497	1,0682	1,0774	1,0864	1,1043
1 500,0	1,0163	1,0366	1,0565	1,0760	1,0952	1,1046	1,1140	1,1325
2 000,0	1,0413	1,0623	1,0830	1,1032	1,1231	1,1329	1,1426	1,1618
2 500,0	1,0672	1,0890	1,1105	1,1315	1,1521	1,1623	1,1724	1,1923
3 000,0	1,0940	1,1167	1,1390	1,1608	1,1822	1,1928	1,2032	1,2239
3 500,0	1,1219	1,1455	1,1686	1,1912	1,2135	1,2245	1,2353	1,2568
4 000,0	1,1507	1,1753	1,1993	1,2229	1,2460	1,2574	1,2687	1,2910
4 500,0	1,1807	1,2063	1,2313	1,2558	1,2798	1,2917	1,3034	1,3266
5 000,0	1,2119	1,2385	1,2645	1,2900	1,3150	1,3273	1,3395	1,3636
5 500,0	1,2443	1,2720	1,2991	1,3256	1,3516	1,3644	1,3771	1,4022
6 000,0	1,2779	1,3068	1,3350	1,3627	1,3897	1,4031	1,4163	1,4424
6 500,0	1,3130	1,3430	1,3725	1,4013	1,4295	1,4434	1,4572	1,4843
7 000,0	1,3494	1,3808	1,4115	1,4415	1,4709	1,4854	1,4998	1,5281
7 500,0	1,3873	1,4201	1,4521	1,4835	1,5141	1,5292	1,5442	1,5737

Para valores que no aparecen en la tabla, se usa la siguiente fórmula:

$$TAS = IAS \times 171233 [(288 \pm VAR) - 0,006496H]^{0,5} \div (288 - 0,006496H)^{2,628}$$

donde: VAR = Diferencia de temperatura en relación con las de la ISA en °C, H = Altitud en metros.

Tabla I-2-1-Ap-2

Altitud (pies)	Factor de conversión							
	ISA-30	ISA-20	ISA-10	ISA	ISA+10	ISA+15	ISA+20	ISA+30
0	0,9465	0,9647	0,9825	1,0000	1,0172	1,0257	1,0341	1,0508
1 000,0	0,9601	0,9787	0,9969	1,0148	1,0324	1,0411	1,0497	1,0667
2 000,0	0,9740	0,9930	1,0116	1,0299	1,0479	1,0567	1,0655	1,0829
3 000,0	0,9882	1,0076	1,0266	1,0453	1,0637	1,0728	1,0818	1,0995
4 000,0	1,0027	1,0225	1,0420	1,0611	1,0799	1,0892	1,0984	1,1165
5 000,0	1,0175	1,0378	1,0577	1,0773	1,0965	1,1059	1,1153	1,1339
6 000,0	1,0327	1,0534	1,0738	1,0938	1,1134	1,1231	1,1327	1,1517
7 000,0	1,0481	1,0694	1,0902	1,1107	1,1307	1,1406	1,1505	1,1699
8 000,0	1,0639	1,0857	1,1070	1,1279	1,1485	1,1586	1,1686	1,1885
9 000,0	1,0801	1,1024	1,1242	1,1456	1,1666	1,1770	1,1872	1,2075
10 000,0	1,0967	1,1194	1,1418	1,1637	1,1852	1,1958	1,2063	1,2270
11 000,0	1,1136	1,1369	1,1597	1,1822	1,2042	1,2150	1,2258	1,2470
12 000,0	1,1309	1,1547	1,1781	1,2011	1,2236	1,2347	1,2457	1,2674
13 000,0	1,1485	1,1730	1,1970	1,2205	1,2435	1,2549	1,2661	1,2884
14 000,0	1,1666	1,1917	1,2162	1,2403	1,2639	1,2755	1,2871	1,3098
15 000,0	1,1852	1,2108	1,2360	1,2606	1,2848	1,2967	1,3085	1,3318
16 000,0	1,2041	1,2304	1,2562	1,2814	1,3062	1,3184	1,3305	1,3544
17 000,0	1,2235	1,2505	1,2769	1,3028	1,3281	1,3406	1,3530	1,3775
18 000,0	1,2434	1,2710	1,2981	1,3246	1,3506	1,3634	1,3761	1,4011
19 000,0	1,2637	1,2921	1,3198	1,3470	1,3736	1,3868	1,3998	1,4254
20 000,0	1,2846	1,3136	1,3421	1,3700	1,3973	1,4107	1,4240	1,4503
21 000,0	1,3059	1,3357	1,3649	1,3935	1,4215	1,4353	1,4489	1,4759
22 000,0	1,3278	1,3584	1,3883	1,4176	1,4463	1,4605	1,4745	1,5021
23 000,0	1,3502	1,3816	1,4123	1,4424	1,4718	1,4863	1,5007	1,5290
24 000,0	1,3731	1,4054	1,4369	1,4677	1,4980	1,5128	1,5276	1,5566

Para valores que no aparecen en la tabla, se usa la siguiente fórmula:

$$TAS = IAS \times 171233 [(288 \pm VAR) - 0,00198H]^{0,5} \div (288 - 0,00198H)^{2,628}$$

donde: VAR = Diferencia de temperatura en relación con las de la ISA en °C, H = Altitud en pies.





## Capítulo 2

### PUNTOS DE REFERENCIA DE ÁREA TERMINAL

#### 2.1 GENERALIDADES

2.1.1 Puesto que todas las instalaciones de navegación y puntos de recorrido tienen limitaciones de precisión, el punto geográfico identificado no es exacto y puede estar en cualquier lugar dentro de un área alrededor del punto nominal. El punto nominal puede estar definido por:

- a) una intersección (véase 2.3, “Tolerancia de los puntos de referencia y área de tolerancia de los puntos de referencia determinados por intersecciones”);
- b) la vertical de una instalación (véase 2.5, “Tolerancia del punto de referencia en la vertical de una estación”);
- c) un punto de recorrido RNAV; y
- d) otra clase de ayudas a la navegación (véase 2.4, “Tolerancia del punto de referencia para otros tipos de instrumentos de navegación”).

2.1.2 A modo de ejemplo, la Figura I-2-2-1 muestra la intersección de un arco y de un radial de la misma instalación VOR/DME, al igual que la intersección de dos radiales o marcaciones desde diferentes instalaciones de navegación. El área de intersección formada de esta manera se menciona en este documento como el “área de tolerancia del punto de referencia”.

#### 2.2 PUNTOS DE REFERENCIA DE ÁREA TERMINAL

2.2.1 Los puntos de referencia de área terminal comprenden, pero no exclusivamente:

- a) el punto de referencia de aproximación inicial (IAF);
- b) el punto de referencia de aproximación intermedia (IF);
- c) el punto de referencia de aproximación final (FAF); y
- d) el punto de referencia de espera,

y, cuando sea necesario, un punto de referencia que indique el punto de aproximación frustrada (MAPt), o el punto de viraje (TP).

2.2.2 Los puntos de referencia de área terminal deberían determinarse en función de sistemas de navegación similares. El empleo de puntos de referencia mixtos (p. ej., VHF/LF) debería limitarse a las intersecciones donde no sea posible otra solución satisfactoria.

### **2.3 TOLERANCIA DE LOS PUNTOS DE REFERENCIA Y ÁREA DE TOLERANCIA DE LOS PUNTOS DE REFERENCIA DETERMINADOS POR INTERSECCIONES**

La tolerancia de los puntos de referencia y el área de tolerancia de los puntos de referencia se obtienen utilizando información de navegación suministrada por instalaciones de emplazamiento común, o no, según se muestra en la Figura I-2-2-1.

#### **2.3.1 Áreas de tolerancia de los puntos de referencia**

Las áreas de tolerancia de los puntos de referencia, con las precisiones de utilización del sistema, están delimitadas por los radiales (o arcos, según el caso) de recalada y de intersección con respecto a la posición del punto de referencia nominal. Como la precisión de utilización del sistema se expresa en ángulos, el tamaño del área de tolerancia del punto de referencia depende de la distancia del punto de referencia a las ayudas a la navegación.

#### **2.3.2 Tolerancia del punto de referencia**

La tolerancia del punto de referencia determina la admisibilidad operacional de un punto de referencia. La tolerancia de éste es una distancia medida a lo largo de la derrota nominal, y corresponde a la posición nominal del punto de referencia. Está definida por las intersecciones de la derrota nominal con los límites anterior y posterior del área de tolerancia del punto de referencia, medidos a lo largo de la derrota nominal. La tolerancia se expresa como un valor positivo o negativo respecto al punto de referencia. Véanse las Figuras I-2-2-5 y I-2-2-6. La tolerancia del punto de referencia y las precisiones de utilización del sistema están basadas en un 95% de probabilidad de contención (2 SD).

#### **2.3.3 Precisión de utilización del sistema para VOR, NDB y LOC**

La precisión de utilización del sistema se basa en el cálculo de una media cuadrática, utilizando las tolerancias siguientes:

- a) tolerancia del equipo de tierra;
- b) tolerancia del equipo receptor de a bordo; y
- c) tolerancia técnica de vuelo.

La diferencia entre la precisión total de utilización del sistema de la instalación de intersección y la instalación situada paralela a la derrota, se explica por el hecho de que la tolerancia técnica de vuelo no se aplica al primero de estos factores. Véase la Tabla I-2-2-1 para precisiones de utilización del sistema, y la Tabla I-2-2-2 para tolerancias en las que se basan estos valores.

### **2.4 TOLERANCIA DEL PUNTO DE REFERENCIA PARA OTROS TIPOS DE INSTRUMENTOS DE NAVEGACIÓN**

#### **2.4.1 Radar de área terminal**

La precisión de un punto de referencia determinado por un radar debe tener en cuenta:

- a) la precisión de los datos cartográficos [normalmente 150 m (492 ft) o el 3% de la distancia a la antena];

- b) la resolución en azimut del radar (algo reducida para tener en cuenta la interpretación del centro del blanco por parte del controlador);
- c) la tolerancia técnica de vuelo (que tiene en cuenta el retardo de la comunicación y la velocidad de la aeronave); y
- d) la tolerancia técnica del controlador (que tiene en cuenta la velocidad de barrido de la antena y la velocidad de la aeronave).

La tolerancia total del punto de referencia es el resultado de una combinación en base a una media cuadrática (RSS), como figura en la Tabla I-2-2-3.

### 2.4.2 Puntos de referencia radar

El radar no debería ser usado normalmente como método primario de identificación de punto de referencia. Sin embargo, cuando el control de tránsito aéreo (ATC) pueda prestar servicio, el radar de área terminal (TAR), dentro de las especificaciones limitadas en 2.4.1, “Radar de área terminal”, se puede utilizar para identificar cualquier punto de referencia del área terminal. El radar de vigilancia en ruta (RSR) se puede utilizar para los puntos de referencia de la aproximación inicial y de la aproximación intermedia.

### 2.4.3 Puntos de referencia para VOR o NDB con DME

2.4.3.1 Los puntos de referencia VOR/DME utilizan información de radial y distancia derivada normalmente de instalaciones con antenas de azimut y DME con emplazamiento común. No obstante, si es necesario recurrir a un punto de referencia VOR/DME definido desde instalaciones separadas, el citado punto de referencia sólo se considera satisfactorio si los ángulos formados por las marcaciones de las ayudas en el punto de referencia configuran un área de tolerancia del punto de referencia aceptable. Véase la Figura I-2-2-1.

2.4.3.2 Si la antena DME no está situada en emplazamiento común con el VOR y el NDB que suministran guía de derrota, la máxima divergencia entre el punto de referencia, la instalación de guía de derrota y el DME no deberá exceder de 23°.

2.4.3.3 Para la utilización de DME con ILS, véase la Parte II, Sección 1, Capítulo 1, 1.4.4, “Comprobación de la trayectoria de planeo”.

### 2.4.4 DME

La precisión es de  $\pm [0,46 \text{ km (0,25 NM)} + 1,25\% \text{ de la distancia con relación a la antena}]$ . Este valor equivale a la media cuadrática (RSS) de la combinación de la precisión mínima, del margen de tolerancia del equipo de control y de la tolerancia técnica de vuelo. Estos dos últimos factores son tan insignificantes que se encuentran totalmente dominados por el valor más importante del equipo de a bordo.

*Nota 1.— No puede justificarse reducción alguna basada en los resultados de los ensayos en vuelo.*

*Nota 2.— Estas tolerancias suponen que los procedimientos publicados tendrán en cuenta las distancias de alcance oblicuo.*

### 2.4.5 Radiobaliza de 75 MHz

La Figura I-2-2-2 se utiliza para determinar la tolerancia del punto de referencia de las radiobalizas ILS y “Z” durante los procedimientos de aproximación.

Si la instalación determina el MAPt, se utiliza el valor fijo de cero (véase la Sección 4, Capítulo 6, 6.1.6.2.1, “Tolerancia del MAPt cuando el MAPt está definido por una ayuda para la navegación o un punto de referencia”).

## 2.5 TOLERANCIA DEL PUNTO DE REFERENCIA EN LA VERTICAL DE UNA ESTACIÓN

### 2.5.1 VOR

2.5.1.1 El área de tolerancia del punto de referencia en la vertical de un VOR se basa en la sección horizontal circular del cono de ambigüedad invertido sobre la instalación, con su vértice en la instalación y un semiángulo del cono ( $\alpha$ ) de  $50^\circ$ . Sin embargo, cuando un Estado ha determinado que un ángulo diferente es apropiado, el radio del área circular de ambigüedad puede ajustarse empleando la fórmula que figura en 2.5.1.2. Se supone que la precisión de penetración en el cono es de  $\pm 5^\circ$  con relación a la derrota de acercamiento prescrita. Se supone que a partir de los puntos de penetración se mantiene la derrota con una precisión de  $\pm 5^\circ$ . Si la instalación determina el MAPt o el punto de viraje en la aproximación frustrada, se utilizan valores fijos (véase la Sección 4, Capítulo 6, 6.1.6.2.1 y 6.4.6.2).

2.5.1.2 *Construcción del área de tolerancia del punto de referencia de la posición del VOR.* El área de tolerancia del punto de referencia de la posición del VOR V1, V2, V3, V4 se determina del siguiente modo (véase la Figura I-2-2-3):

- 1) trazar un círculo con el centro sobre el VOR y un radio de zV:

$$zV = h \tan \alpha \text{ (zV y h en km)}$$

$$zV = 0,164 h \tan \alpha \text{ (h en miles de pies y zV en millas marinas)}$$

donde  $\alpha$  es  $50^\circ$  u otro valor, según lo determinado por la autoridad competente, que corresponde al efecto de cono, y h la altura por encima de la instalación;

- 2) trazar las líneas paralelas a una distancia  $qV = zV \sin 5^\circ$  a cada lado de la derrota de acercamiento;
- 3) trazar dos líneas que forman un ángulo de  $5^\circ$  con las líneas precedentes en 2) sobre los puntos “V2” y “V4”;  
y
- 4) situar los puntos “V1” y “V3” en las intersecciones de las líneas 3) y del círculo 1).

*Nota.— Para el empleo de plantillas véase el Manual de plantillas para los procedimientos de espera, inversión e hipódromo (Doc 9371).*

### 2.5.2 NDB

2.5.2.1 El área de tolerancia del punto de referencia en la vertical de un NDB se basa en la sección horizontal circular del cono de ambigüedad invertido sobre la instalación, con su vértice en la instalación y un semiángulo del cono de  $40^\circ$ . Se supone que la precisión de penetración en el cono es de  $\pm 15^\circ$  con relación a la derrota de acercamiento prescrita. Se supone que a partir de los puntos de penetración se mantiene la derrota con una precisión de  $\pm 15^\circ$ . Si la instalación define el MAPt o el punto de viraje en la aproximación frustrada, se utilizan valores fijos (véase la Sección 4, Capítulo 6, 6.1.6.2.1 y 6.4.6.2).

2.5.2.2 *Construcción del área de tolerancia del punto de referencia de la posición del NDB.* El área de tolerancia del punto de referencia de la posición del NDB N1, N2, N3, N4 se determina del siguiente modo (véase la Figura I-2-2-4):

- 1) trazar un círculo con el centro en el NDB y un radio de  $zN$ :  

$$zN = h \tan 40^\circ$$
 ( $zN$  y  $h$  en km)  

$$zN = 0,164 h \tan 40$$
 ( $h$  en miles de pies y  $zN$  en millas marinas) para obtener el área de efecto de cono;
- 2) trazar las líneas paralelas a una distancia  $qN = zN \sin 15^\circ$  a cada lado de la derrota de acercamiento;
- 3) trazar dos líneas que forman un ángulo de  $5^\circ$ , con las líneas indicadas en 2), sobre los puntos “N2” y “N4”; y
- 4) situar los puntos “N1” y “N3” en las intersecciones de las líneas 3) y del círculo 1).

*Nota.— Para el empleo de plantillas véase el Manual de plantillas para los procedimientos de espera, inversión e hipódromo (Doc 9371).*

## 2.6 APLICACIÓN OPERACIONAL DE PUNTOS DE REFERENCIA PARA LA PLANIFICACIÓN DE LOS PROCEDIMIENTOS DE VUELO

### 2.6.1 Distancia mínima útil en tierra hasta un punto de referencia VOR/DME

La distancia mínima útil en tierra hasta un punto de referencia VOR/DME se puede determinar a partir de las ecuaciones siguientes:

$$d_m = h_l \tan 55^\circ$$

donde:  $h_l$  = altura sobre la estación en miles de metros; y

$d_m$  = distancia mínima útil en tierra al DME en kilómetros

o 
$$d_m = 0,164 h_l \tan 55^\circ$$

donde:  $h_l$  = altura sobre la estación en miles de pies; y

$d_m$  = distancia mínima útil en tierra en millas marinas.

### 2.6.2 Punto de referencia de aproximación inicial/intermedia

Un punto de referencia de aproximación intermedia o de aproximación inicial sólo será satisfactorio si la tolerancia del punto de referencia [tolerancia paralela a la derrota (ATT) para RNAV] no excede de  $\pm 3,7$  km ( $\pm 2,0$  NM) con las siguientes excepciones. Si el FAF está determinado por un VOR, un NDB o un punto de referencia VOR/DME, la tolerancia del punto de referencia puede incrementarse a un máximo de  $\pm 25\%$  de la longitud del tramo correspondiente (intermedio o inicial).

Ejemplo: Si el tramo intermedio o inicial tiene 10 NM de largo, entonces la tolerancia del punto de referencia puede ser de 2,5 NM.

Las medidas se toman a partir de la posición nominal del punto de referencia, a lo largo de la derrota nominal. Véase la Figura I-2-2-5.

### 2.6.3 Punto de referencia de aproximación final para aproximaciones que no son de precisión

Para que se pueda utilizar como FAF, el punto de referencia estará situado a una distancia máxima de 19 km (10 NM) desde la superficie de aterrizaje. La tolerancia del punto de referencia, al nivel de franqueamiento del FAF, no debería exceder de  $\pm 1,9$  km (1,0 NM). Véase la Figura I-2-2-6.

## **2.6.4 Punto de referencia de aproximación frustrada**

### **2.6.4.1 Generalidades**

En las aproximaciones que no son de precisión se puede utilizar un punto de referencia de aproximación frustrada. La tolerancia del punto de referencia no excederá de la tolerancia longitudinal del MAPt calculado, suponiendo que el MAPt está determinado por su distancia al FAF. Véase la Sección 4, Capítulo 6.

### **2.6.4.2 Utilización de una radiobaliza de 75 MHz**

La utilización de una radiobaliza ILS de 75 MHz como MAPt está limitada al caso de aproximación ILS, cuando la trayectoria de planeo no funcione. Véase la Parte II, Sección 2, Capítulo 1, “Localizador (LOC) únicamente”.

## **2.6.5 Radiales o distancias DME límites**

Cuando no se disponga de guía de derrota para aproximación frustrada, el punto de viraje puede determinarse por la intersección de la derrota nominal y un radial VOR, una marcación NDB o la distancia DME. Aunque esto no constituye un punto de referencia, los cálculos de la aproximación frustrada se efectúan suponiendo un área de tolerancia del punto de referencia que se traza como se indica en la Figura I-2-2-7 (Véase la Sección 4, Capítulo 6, 6.4.6 y la Parte II, Sección 1, Capítulo 1, 1.5.3.3 para el área de viraje).

## **2.7 UTILIZACIÓN DE LOS PUNTOS DE REFERENCIA PARA EL DESCENSO Y EL CONSIGUIENTE FRANQUEAMIENTO DE OBSTÁCULOS**

### **2.7.1 Distancia disponible para el descenso**

Cuando se aplican los criterios de pendiente de descenso a un tramo de aproximación (áreas de aproximación inicial, intermedia o final), la pendiente se calcula entre las posiciones nominales de los correspondientes puntos de referencia. Véase la Figura I-2-2-8.

### **2.7.2 Margen de franqueamiento de obstáculos una vez pasado el punto de referencia**

Se supone que el descenso comenzará en el punto anterior dentro del área de tolerancia del primer punto de referencia y terminará en la posición nominal del segundo punto de referencia. Se asegurará un margen de franqueamiento de obstáculos apropiado al tramo en el cual penetra la aeronave:

- a) dentro del área de tolerancia del primer punto de referencia; y
- b) entre las posiciones nominales de ambos puntos de referencia.

Véase la Figura I-2-2-9 como ejemplo del tramo de aproximación intermedia.

### **2.7.3 Punto de referencia de escalón de descenso**

2.7.3.1 Un punto de referencia de escalón de descenso permite proseguir el descenso dentro de un tramo, identificando el punto en el cual un obstáculo determinante se ha franqueado en condiciones de seguridad. En el tramo de aproximación final es preferible fijar un solo punto de referencia de escalón de descenso salvo que este punto pueda

lograrse por radar o por DME, en cuyo caso no deberían especificarse más de dos puntos de referencia de escalón de descenso. Véase la Figura I-2-2-10.

2.7.3.2 Salvo que se prescriba lo contrario, el empleo del punto de referencia de escalón de descenso en el tramo de aproximación final sólo será válido para aeronaves que puedan recibir simultáneamente la derrota y una indicación de intersección. Cuando se utilice un punto de referencia de escalón de descenso en el tramo de aproximación final, se indicará la OCA/H con el punto de referencia de escalón de descenso y sin él. Cuando se utilice un punto de referencia de escalón de descenso en el tramo de aproximación final de un procedimiento RNP, la OCA/H se indicará únicamente para el caso con punto de referencia de escalón de descenso.

2.7.3.3 Un punto de referencia de escalón de descenso debería responder a los criterios aplicables al punto de referencia asociado con ese tramo. Esto es:

- a) los criterios aplicables al IAF y al IF en los tramos de aproximación inicial e intermedia respectivamente; y
- b) los criterios aplicables al FAF en el tramo de aproximación final.

Los criterios para el IAF y el IF figuran en 2.6.2 y los criterios para el FAF en 2.6.3.

2.7.3.4 Cuando puedan proporcionarse puntos de referencia por medio de un DME convenientemente ubicado, es posible construir sobre una derrota especificada o dentro de un sector especificado una serie de escalones de descenso convergente hacia el aeródromo de aterrizaje. Este procedimiento se diseñará con el fin de asegurar el margen de franqueamiento de obstáculos apropiado al tramo en el cual se encuentra el punto de referencia, a partir de la fase en ruta del vuelo y hasta el tramo de aproximación final.

#### **2.7.4 Obstáculo próximo a un punto de referencia de aproximación final o a un punto de referencia de escalón de descenso**

No es necesario tener en cuenta los obstáculos situados en el interior del área de tolerancia del punto de referencia, cuando se encuentran dentro de los 9,3 km (5,0 NM) siguientes al punto anterior del área de tolerancia del punto de referencia al establecer la OCA/H o la altitud/altura mínima de franqueamiento de obstáculos del tramo siguiente, siempre que estos obstáculos se hallen debajo de un plano:

- a) perpendicular al plano vertical que contenga la trayectoria nominal de aproximación final, con una pendiente del 15% respecto a la horizontal (Cat H, 15% o descenso de la derrota nominal multiplicada por 2,5, tomándose de ambos valores el mayor); y
- b) que pasa por el punto anterior del área de tolerancia del punto de referencia, a una altitud/altura igual a la altitud/altura mínima de franqueamiento de obstáculos necesaria antes del punto de referencia, menos el margen de franqueamiento de obstáculos necesario para el tramo que precede al punto de referencia. (Véase la Figura I-2-2-11).

### **2.8 ÁREA DE PROTECCIÓN PARA VOR Y NDB**

Los valores para áreas de protección se basan en las precisiones de utilización del sistema (2 SD) que figuran en la Tabla I-2-2-1 y son extrapolados a un valor 3 SD (99,7% de probabilidad de contención).

Ángulo de ensanchamiento del área para VOR:  
Terminal = 7,8°

Ángulo de ensanchamiento del área para NDB:  
Terminal = 10,3°

**Tabla I-2-2-1. Precisión de utilización del sistema (2 SD) de instalación que suministra guía de derrota y de instalación que no suministra guía de derrota**

	VOR <sup>1</sup>	ILS	NDB
Precisión de utilización del sistema de instalación que NO suministra derrota	+/- 4,5°	+/- 1,4°	+/- 6,2°
Precisión de utilización del sistema de instalación que suministra derrota	+/- 5,2°	+/- 2,4°	+/- 6,9°

1. Los valores VOR de +/- 5,2° y +/- 4,5 se pueden modificar al valor de a) en la Tabla I-2-2-2, resultante de ensayos en vuelo.

**Tabla I-2-2-2. Tolerancias en que se basan las precisiones de utilización de sistema**

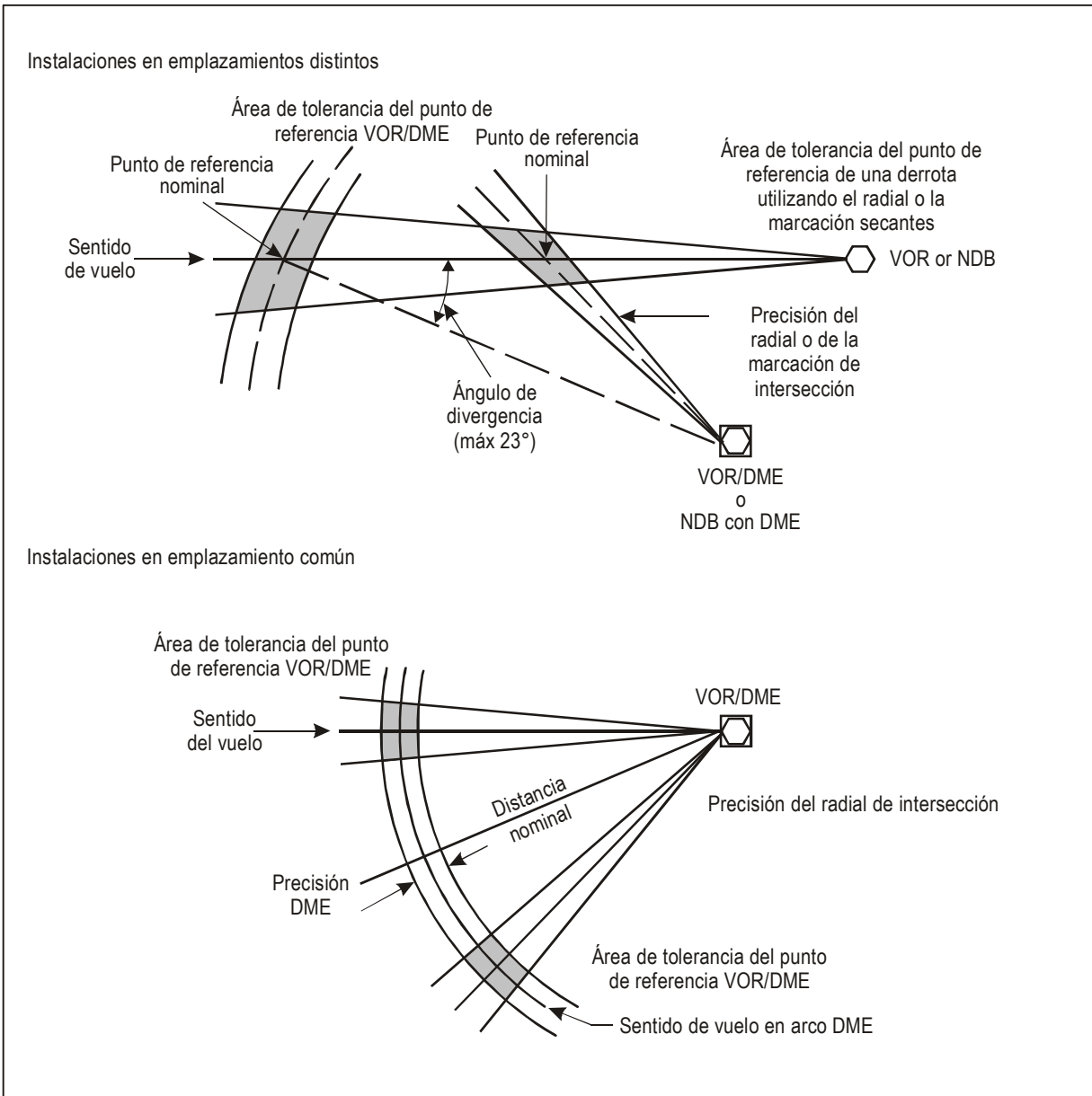
Los valores de la Tabla I-2-2-1 son el resultado de una combinación, en base a una suma cuadrática, de las siguientes tolerancias	VOR	ILS	NDB
a) tolerancia del sistema de tierra	+/- 3,6°	+/- 1° <sup>1</sup>	+/- 3°
b) tolerancia de recepción a bordo	+/- 2,7°	+/- 1°	+/- 5,4°
c) tolerancia técnica de vuelo <sup>2</sup>	+/- 2,5°	+/- 2°	+/- 3°

1. Incluye codos de haz.
2. La tolerancia técnica de vuelo se aplica sólo a las ayudas a la navegación que suministran guía de derrota; no se aplica a puntos de referencia por intersección de ayudas a la navegación.

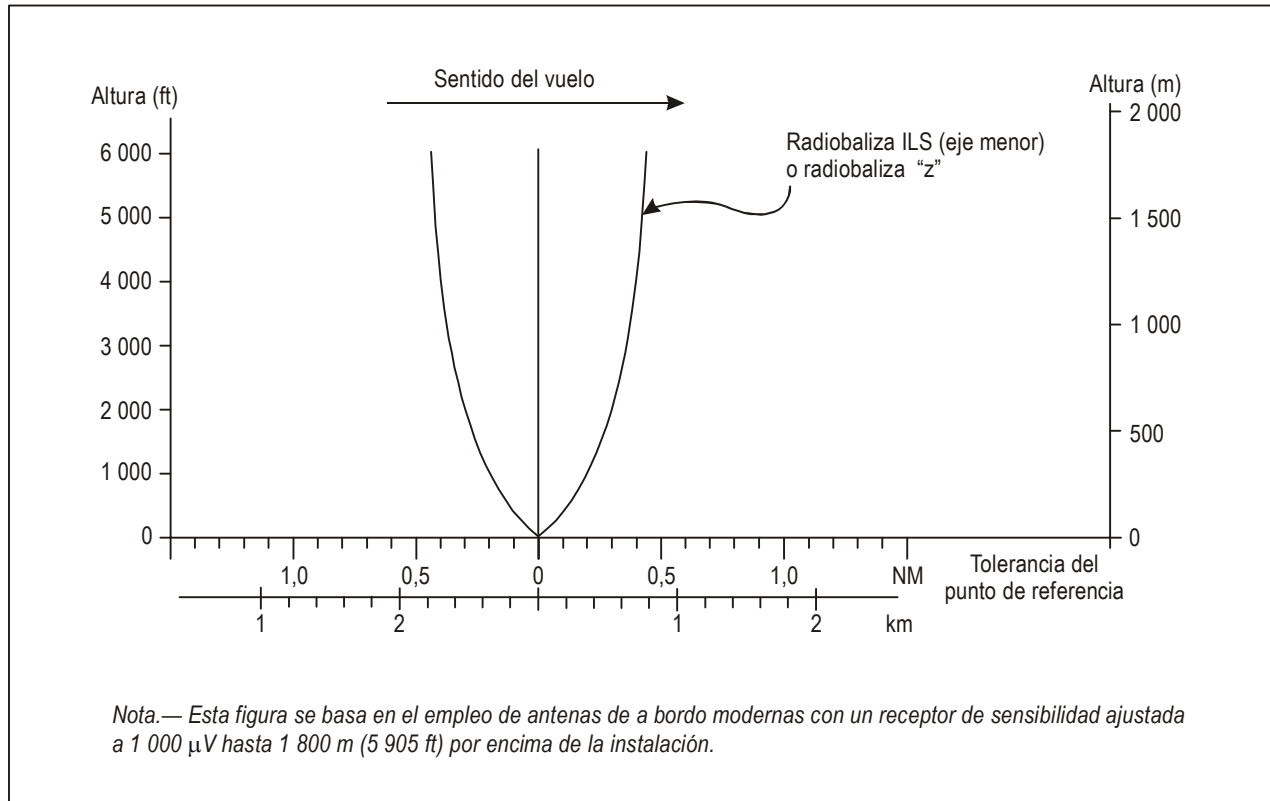
**Tabla I-2-2-3. Radar del área terminal — tolerancia total del punto de referencia**

<i>Parámetro</i>	<i>TAR</i>		<i>RSR</i>	
	<i>dentro de 37 km (20 NM)</i>		<i>dentro 74 km (40 NM)</i>	
Precisión del mapa vídeo	1,1 km	0,6 NM	2,2 km	1,2 NM
Precisión en azimuth	0,7 km	0,4 NM	1,5 km	0,8 NM
Tolerancia técnica del vuelo	0,7 km (5 s a 500 km/h)	0,3 NM (5 s a 250 kt)	1,4 km (10 s a 500 km/h)	0,7 NM (10 s a 250 kt)
Tolerancia técnica del controlador	0,6 km	0,3 NM	1,1 km	0,6 NM
Tolerancia total del punto de referencia (RSS'd)	± 1,6 km	± 0,8 NM	± 3,2 km	± 1,7 NM

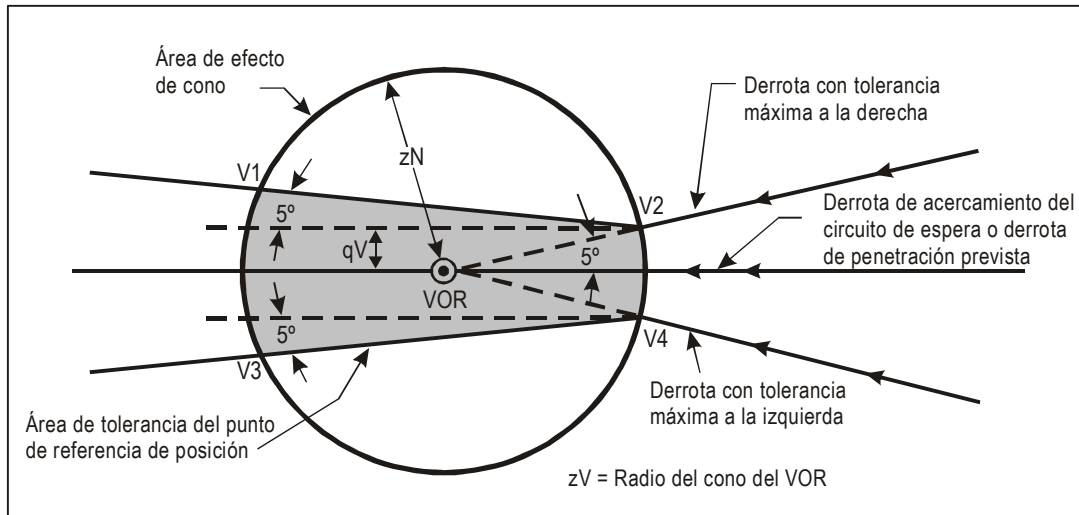




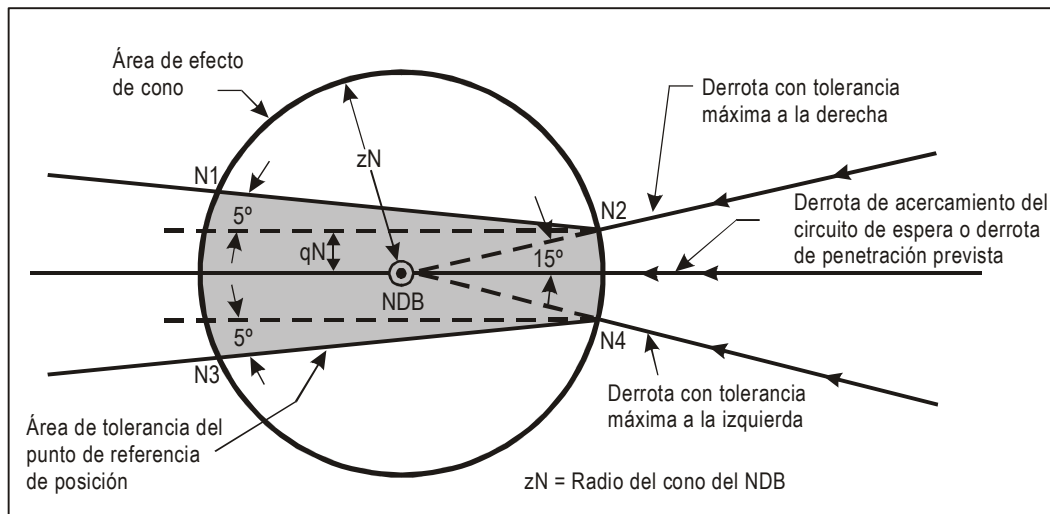
**Figura I-2-2-1. Áreas de tolerancia de los puntos de referencia determinados por intersecciones**



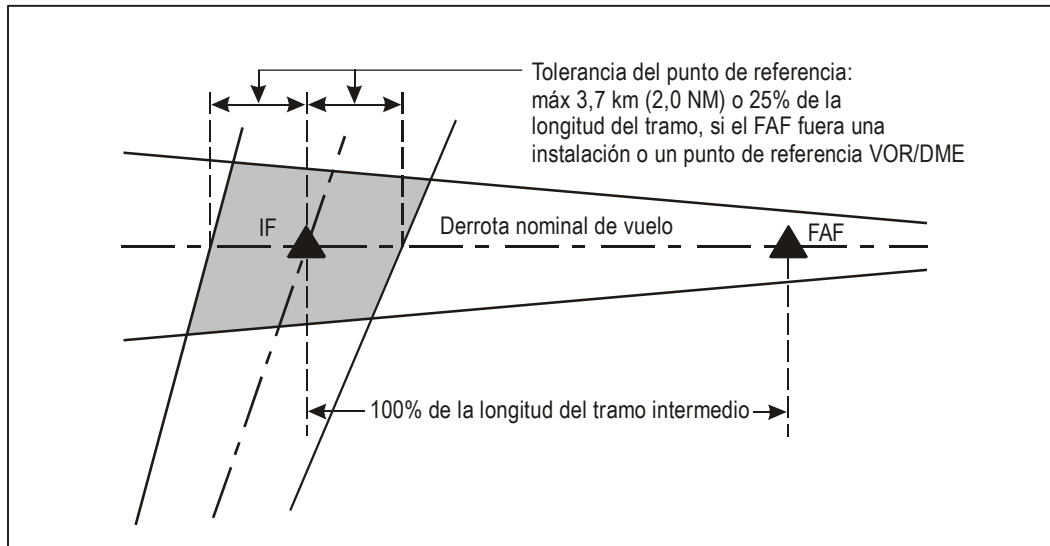
**Figura I-2-2-2. Cobertura del ILS o de la radiobaliza "Z"**



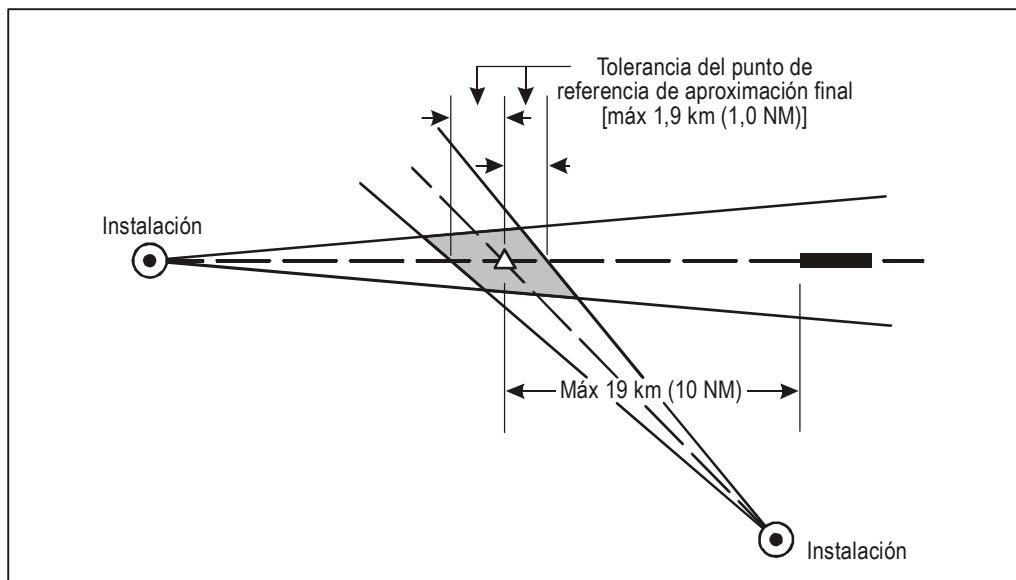
**Figura I-2-2-3. Área de tolerancia del punto de referencia sobre un VOR**



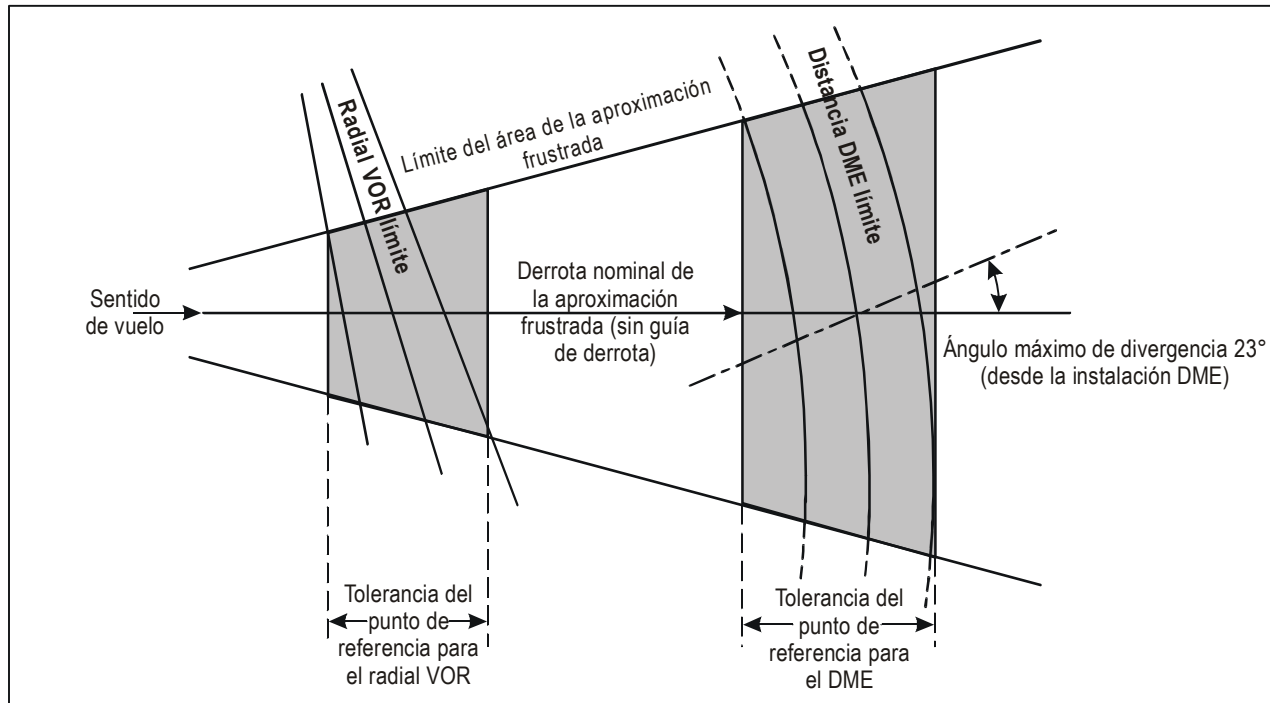
**Figura I-2-2-4. Área de tolerancia del punto de referencia sobre un NDB**



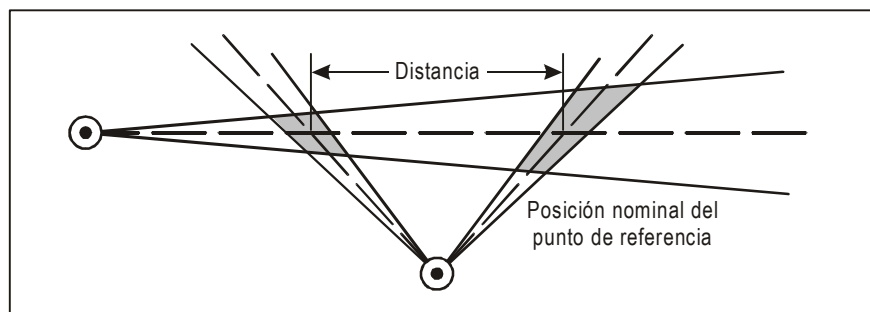
**Figura I-2-2-5. Tolerancia del punto de referencia del tramo de aproximación intermedia**



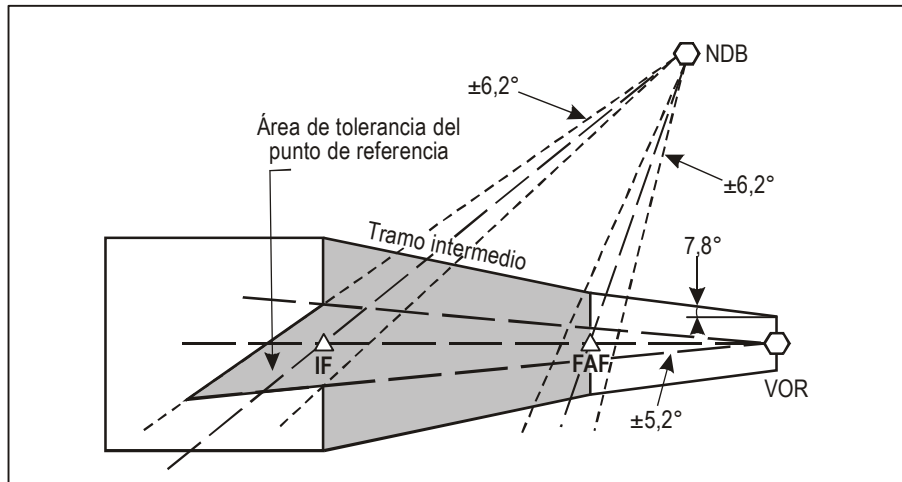
**Figura I-2-2-6. Tolerancia del punto de referencia de aproximación final (FAF)**



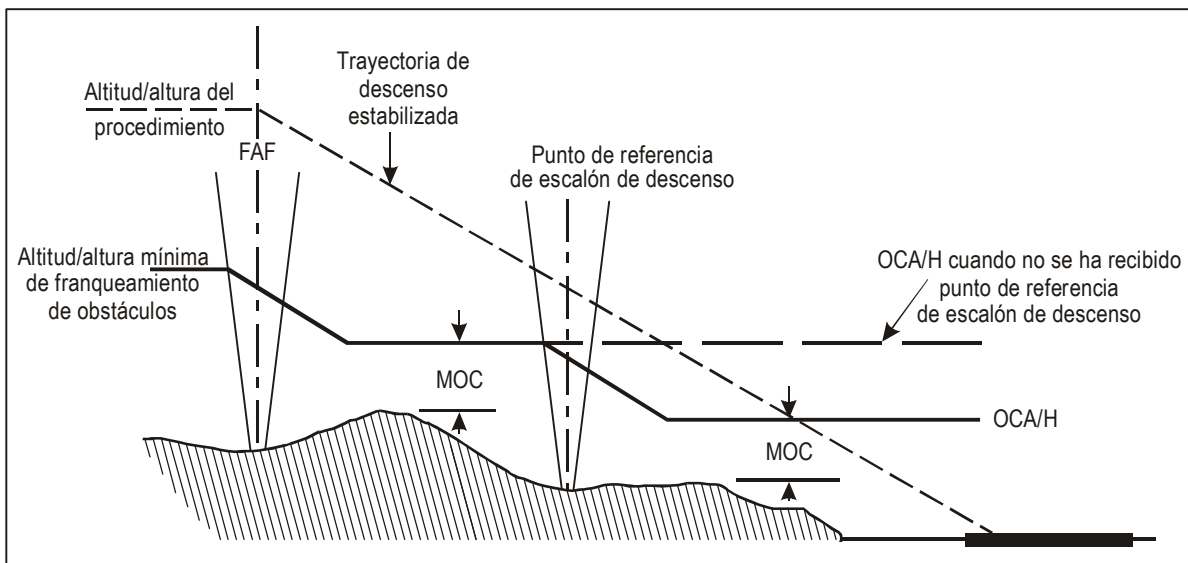
**Figura I-2-2-7. Áreas de tolerancia que han sido consideradas para el radial/la marcación o la distancia DME límite**



**Figura I-2-2-8. Distancia entre puntos de referencia**



**Figura I-2-2-9. Área que requiere el margen de franqueamiento de obstáculos**



**Figura I-2-2-10. Punto de referencia de escalón de descenso con OCA/H doble**

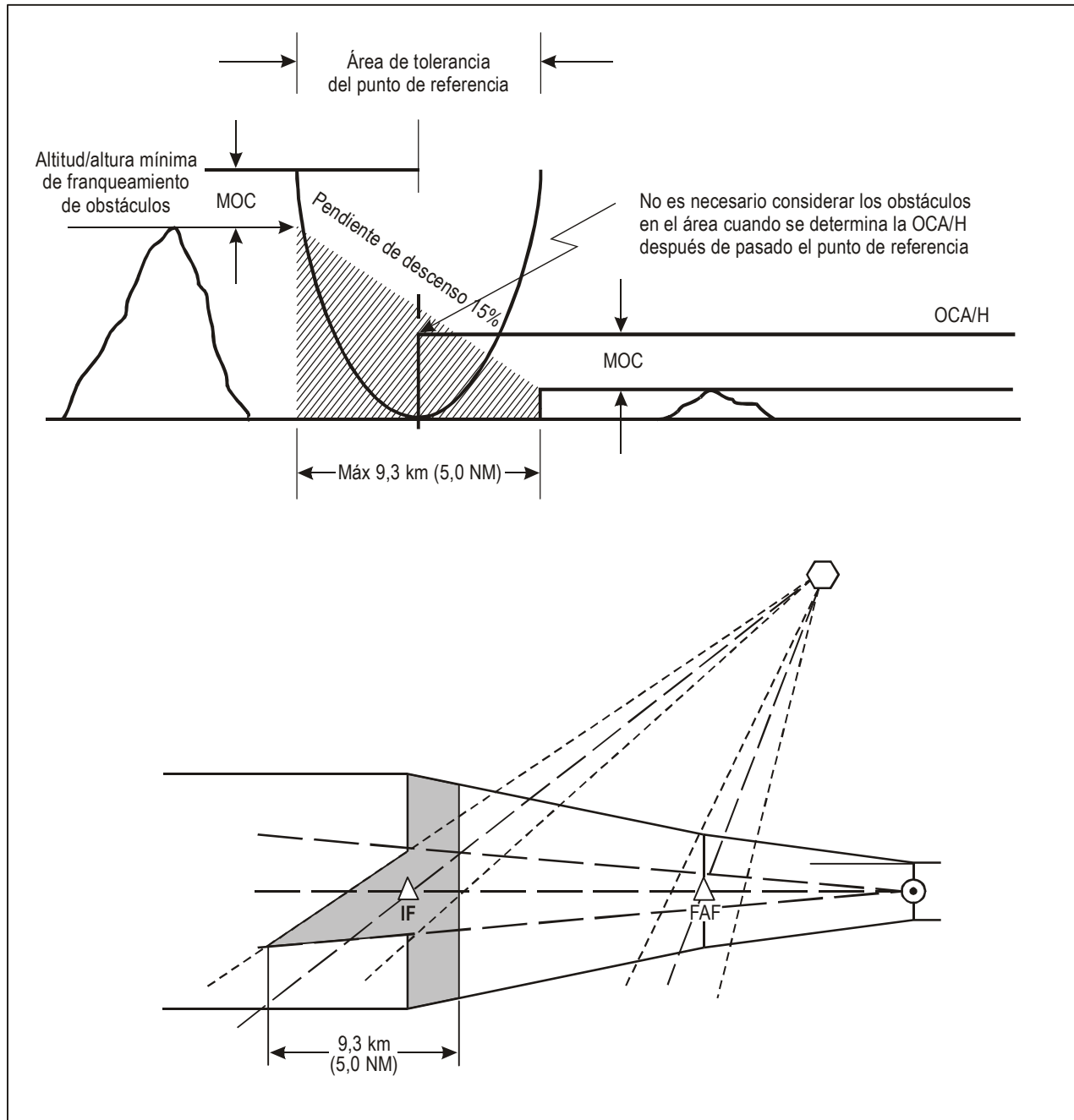


Figura I-2-2-11. Área en la que no es necesario tener en cuenta los obstáculos





## **Capítulo 3**

### **CONSTRUCCION DEL ÁREA DE VIRAJE**

#### **3.1 GENERALIDADES**

3.1.1 Este capítulo describe los criterios generales para la construcción de las áreas de viraje que se deben usar en los diferentes tramos de los procedimientos de vuelo por instrumentos. La metodología presentada — espiral de viento y círculo limitador — se aplica a las fases de vuelo que figuran a continuación. Todos los demás virajes se construyen por medio de arcos (véanse los capítulos correspondientes).

- a) salida;
- b) aproximación frustrada;
- c) punto de referencia de aproximación final (virajes > 10E);
- d) virajes RNAV en el IAF y en el IF (virajes > 30E).

#### **3.1.2 Parámetros de viraje**

3.1.2.1 Esta sección muestra los parámetros en los que se basan las áreas de viraje, junto con las variables que los representan en los dibujos. Los valores de los siguientes parámetros varían de acuerdo con la fase de vuelo. Sus valores figuran en la Tabla I-2-3-1, “Parámetros de la construcción de virajes”. Para la aplicación de los parámetros de la tabla, véanse los capítulos correspondientes. Las Tablas I-2-3-2 y I-2-3-3 muestran cálculos a modo de ejemplo de varios parámetros de viraje para una selección de IAS:

- a) altitud;
- b) velocidad indicada (IAS);
- c) viento;
- d) ángulo de inclinación lateral ( $\alpha$ );
- e) tolerancias técnicas de vuelo.

##### *3.1.2.2 Otros factores y cálculos de viraje utilizados en la construcción de virajes*

- a) *Tolerancia del punto de referencia.* Según corresponda al tipo de punto de referencia. Véase la Sección 2, Capítulo 2, “Puntos de referencia de área terminal”. Véase también la Parte II, Sección 3, “Criterios en ruta”.
- b) *Régimen de viraje (R) en grados/segundos.* Se calcula del modo siguiente:

- 1)  $R = (6\,355 \tan \alpha) / \pi V$ , donde V es la TAS en km/h; y

2)  $R = (3\,431 \tan \alpha) / \pi V$ , donde  $V$  es la TAS en kt;

hasta un valor máximo de 3 grados/segundo.

c) *Radio de viraje ( $r$ ) a un ángulo de inclinación lateral designado con aire en calma en km o NM, según corresponda.* El radio de viraje para un valor dado de  $R$  se deduce del modo siguiente:

$r = V / (20 \pi R)$  donde  $V$  es la TAS.

d) *Efecto del viento ( $E_\theta$ ) durante el tiempo empleado en cambiar el rumbo  $\theta E$ , en km o NM según corresponda.*

e) *Gravedad.* El valor usado implícitamente en la fórmula es  $9,80665 \text{ m/s}^2$  ( $68\,625 \text{ NM/hora}^2$ ).

f)  $c = 6$  segundos de tiempo de reacción del piloto.

### 3.2 CONSTRUCCIÓN DEL LÍMITE INTERIOR DEL VIRAJE

#### 3.2.1 Viraje a una altitud/altura dada

El límite interior normalmente se origina al principio del área de comienzo de viraje desde el borde del área que proporcione la mejor protección lateral (borde interior si el viraje  $< 75^\circ$ , borde exterior si el viraje  $\geq 75^\circ$ ). Luego diverge hacia afuera en la dirección de la derrota nominal con un ensanchamiento de un ángulo de  $15^\circ$  [véanse las Figuras I-2-3-1 a) y b)].

#### 3.2.2 Virajes en un punto de viraje designado

En el borde interior del viraje, el límite del área primaria empieza en la línea K. Los bordes de las áreas primaria y secundaria se conectan a sus homólogos en las secciones subsiguientes. Para estas conexiones se aplican las siguientes reglas:

- si el punto que se debe conectar está fuera del área de protección asociada con la sección subsiguiente, entonces el límite converge con la derrota nominal después del viraje, con un ángulo igual a la mitad del ángulo de viraje ( $A/2$ ); y
- si el punto que se debe conectar está dentro del área de protección asociado con la sección subsiguiente, entonces el límite se separa de la derrota nominal con un ángulo de  $15^\circ$ .

### 3.3 CONSTRUCCIÓN DEL LÍMITE EXTERIOR DEL VIRAJE

#### 3.3.1 Principios generales de construcción

Los principios de construcción son los siguientes:

- la curva comienza en el punto A (véase la Figura I-2-3-2). Los parámetros que determinan su situación son:
  - tolerancia del punto de referencia; y
  - tolerancia técnica de vuelo;

- b) a partir de este punto, existen dos métodos para construir la porción curva del límite exterior de viraje:
  - 1) calculando la espiral de viento. (Véase 3.3.2, “Área de viraje usando la espiral de viento”); o
  - 2) trazando círculos limitadores (método simplificado). Véase 3.3.3, “Área de viraje utilizando círculos limitadores”; y
- c) en el punto P, en que la tangente del área viene a ser paralela a la derrota nominal después del viraje, el límite se forma como sigue:
  - 1) si no se dispone de guía de derrota, el límite exterior empieza a ensancharse con 15° respecto a la derrota nominal (véase la Figura I-2-3-3 a); y
  - 2) si la guía de derrota está disponible, véase 3.3.4, “Guía de derrota adicional”.

### 3.3.2 Área de viraje utilizando la espiral de viento

3.3.2.1 En el método de espiral de viento, el área se basa en un radio de viraje calculado para un valor específico de velocidad verdadera y ángulo de inclinación lateral. El límite exterior del área de viraje se construye utilizando una espiral derivada del radio de viraje con aire en calma ( $r$ ). La espiral resultante se crea aplicando el efecto del viento  $E_0$  para el tiempo que toma cambiar el rumbo de la aeronave en  $\theta$  grados empleando la fórmula:

$$E_0 = (\theta/R) * (w/3600) \text{ km (NM)}$$

donde  $\theta$  es el ángulo de viraje,  $R$  es la velocidad angular de viraje y  $w$  es la velocidad del viento.

*Nota.— Una versión automatizada del cálculo del efecto del viento se encuentra en el CD ROM de soporte lógico de los PANS-OPS (CD-101) dentro del menú de herramientas (Tools).*

3.3.2.2 La espiral de viento se basa en el cálculo de  $E_0$  en cada intervalo especificado (p. ej., 30°). Se puede aumentar la precisión disminuyendo el intervalo. La construcción se basa en los siguientes pasos (véase la Figura I-2-3-4):

- 1) localizar los puntos  $b_1, c_1, \dots, n_1$  añadiendo una distancia de  $E_0$  perpendicular al radio de aire en calma ( $r$ );
- 2) calcular los puntos  $b_2, c_2, \dots, n_2$ , localizados a un ángulo  $\arcsin(w/V)$  antes de  $b_1, c_1, \dots, n_1$  y una distancia  $E_0$  desde los puntos  $b, c, \dots, n$  respectivamente; y
- 3) la espiral resulta de trazar una curva que comienza en el punto “a”, situado en el radio de aire en calma pasando a  $b_2, c_2, \dots, n_2$ .

### 3.3.3 Área de viraje utilizando círculos limitadores

Como una alternativa a la espiral de viento, se puede utilizar un método simplificado en el que se trazan círculos para limitar el área de viraje. Véase la Figura I-2-3-5.

A diferencia del método de espiral de viento, el efecto del viento ( $E$ ) utilizado aquí es siempre el correspondiente a un cambio de ruta de 90°.

El método de construcción es:

1. Comenzar en el punto A sobre el borde exterior del área.
2. A una distancia r del punto A, junto a la trayectoria nominal de vuelo, construir un círculo que tenga de radio E.
3. Desde el punto X, trazar un arco que tenga el radio siguiente:

$$\sqrt{r^2 + E^2}$$

éste comienza el límite para virajes de entre 0 y 90E.

4. Partir de un punto A' en el borde interior del viraje.
5. A una distancia r desde el punto A', junto a la trayectoria nominal de vuelo, construir un segundo círculo que tenga un radio E.
6. Desde el punto X', trazar un arco que tenga el siguiente radio:

$$\sqrt{r^2 + E^2}$$

éste completa el límite para virajes de entre 0 y 90E.

7. Unir los dos arcos descritos en los puntos 3 y 6.
8. Desde el punto Y, trazar un arco que tenga el siguiente radio:

$$r + E$$

éste extiende el límite para virajes de entre 90 y 180E.

9. Desde el punto Z, trazar un arco que tenga el siguiente radio:

$$r + 2E$$

éste extiende el límite para virajes de entre 180 y 279E.

*Nota.— Una versión automatizada del cálculo del efecto del viento se encuentra en el CD ROM de soporte lógico de los PANS-OPS (CD-101) dentro del menú de herramientas (Tools).*

### 3.3.4 Guía de derrota adicional

3.3.4.1 Después del viraje, se puede obtener una ventaja operacional utilizando instalaciones adecuadamente situadas para reducir las dimensiones del área. En la Figura I-2-3-3 b) a d), se muestran ejemplos de áreas de viraje típicas con guía de derrota adicional.

3.3.4.2 Si el punto (P), donde la tangente de la espiral de viento o círculo limitador llega a ser paralela a la derrota nominal después del viraje, está:

- a) fuera de la tolerancia de la ayuda para la navegación:

- 1) para vuelos hacia la ayuda para la navegación: conectar el límite exterior al borde de la tolerancia de la ayuda para la navegación en la situación de la ayuda para la navegación. [Véase la Figura I-2-3-3 b)];

- 2) para vuelos desde la ayuda para la navegación: conectar el límite exterior al borde de la tolerancia de la ayuda para la navegación con una línea paralela a la derrota nominal. [Véase la Figura I-2-3-3 c)]; y
- b) dentro de la tolerancia de la ayuda para la navegación: conectar el límite exterior al borde de la tolerancia de la ayuda para la navegación con una línea divergente de la derrota nominal en un ángulo de 15° [véase la Figura I-2-3-3 d)].

### 3.3.5 Áreas secundarias con guía de derrota adicional

3.3.5.1 Se puede crear un área secundaria en el lado exterior del viraje tan pronto como la aeronave tenga guía de derrota. En el borde exterior del viraje, esta área está basada en una línea en ángulo de 30° desde la derrota nominal hasta el punto (P), donde la tangente llega a ser paralela a la derrota nominal después del viraje.

3.3.5.2 El mismo principio es aplicable para el área del lado interior del viraje, excepto que la línea en ángulo de 30° desde la derrota nominal es hasta el punto desde el borde del área que proporcione la mejor protección lateral. Véase Figura I-2-3-6.

**Tabla I-2-3-1. Parámetros de construcción de virajes**

Tramo o punto de referencia de situación de un viraje	Velocidad (IAS) <sup>1</sup>	Altitud/altura	Viento	Ángulo de inclinación lateral <sup>2</sup>	FTT (segundos)			
					c (segundos)		Tolerancia en el cronometraje del alejamiento	Tolerancia de rumbo de la aeronave
					Tiempo para establecer la inclinación lateral	Tiempo de reacción del piloto		
Salida	Aproximación frustrada final IAS + 10%, véase Tabla I-4-1-1 o Tabla I-4-1-2 <sup>3</sup>	Viraje a una altitud/altura: altitud/altura especificada  Viraje en el punto de viraje: elevación del A/D + una altura basada en el 10% de subida desde el DER	95% de viento omnidireccional o 56 m/h (30 kt) para espirales de viento	Para calcular el área de viraje: 15° Para establecer la trayectoria de vuelo promedio:  15° hasta 305 m (1 000 ft)  20° entre 305 m (1 000 ft) y 915 m (3 000 ft)  25° por encima de 915 m (3 000 ft)	3	3	N/A	N/A
En ruta	585 km/h (315 kt)	Altitud especificada	95% viento probable o viento normalizado OACI <sup>4</sup>	15°	5	10	N/A	N/A
Espera	Tabla II-4-1-1 <sup>1</sup>	Altitud especificada	Viento normalizado OACI <sup>4</sup>	Para convencional y RNAV salvo RNP: 25° Para RNP: 23° para FL <245 y 15° para FL > 245	5  N/A	6  N/A	10  N/A	5°
Aproximación inicial — Procedimientos de inversión y de hipódromo	Tabla I-4-1-1 o Tabla I-4-1-2	Altitud especificada	Viento normalizado OACI <sup>4</sup> o viento estadístico <sup>4</sup>	25°	5	6	10	5

Tramo o punto de referencia de situación de un viraje	Velocidad (IAS) <sup>1</sup>	Altitud/altura	Viento	Ángulo de inclinación lateral <sup>2</sup>	FTT (segundos)			
					c (segundos)		Tolerancia en el cronometraje del alejamiento	Tolerancia de rumbo de la aeronave
					Tiempo para establecer la inclinación lateral	Tiempo de reacción del piloto		
Aproximación inicial — Procedimientos de navegación a estima	CAT A, B – 165 a 335 km/h (90 a 180 kt)	CAT A, B 1 500 m (5 000 ft)	Viento normalizado OACI <sup>4</sup>	25°	5	6	N/A	5
	CAT C, D, E – 335 a 465 km/h (180 a 250 kt)	CAT C, D, E 3 000 m (10 000 ft)	Tramo de derrota a estima: 56 km/h (30 kt)					
IAF, IF, FAF	Véanse las Tablas I-4-1-1 y I-4-1-2  Utilizar la velocidad de aproximación inicial para virar en el IAF o IF  Utilizar la velocidad máxima de aproximación final para virar en el FAF	Altitud especificada	95% de viento omnidireccional o 56 km/h (30 kt)	25°	5	6	N/A	N/A
Aproximación frustrada	Tablas I-4-1-1 o I-4-1-2 <sup>3</sup>	Elevación del A/D + 300 m (1 000 ft)	56 km/h (30 kt)	15°	3	3	N/A	N/A
Maniobra visual utilizando derrotas prescritas	Véanse las Tablas I-4-1-1 y I-4-1-2	Elevación del A/D + 300 m (1 000 ft)	46 km/h (25 kt)	25°	N/A	N/A	N/A	N/A
Circuitos	Véanse las Tablas I-4-1-1 y I-4-1-2	Elevación del A/D + 300 m (1 000 ft)	46 km/h (25 kt)	20°	N/A	N/A	N/A	N/A

NOTAS GENERALES: 1. Para la aplicación específica de los parámetros de la tabla, véanse los capítulos aplicables.  
2. El régimen de viraje asociado con los valores del ángulo de inclinación lateral establecidos en esta tabla, no deberá ser mayor que 3%, salvo para maniobra visual utilizando derrotas prescritas.

Nota 1.— Cuando se requiera operacionalmente para evitar obstáculos, se pueden usar velocidades reducidas tan bajas como la IAS para aproximación frustrada intermedia. En este caso, se incluye la nota “Viraje de aproximación frustrada limitado a una IAS máxima de \_\_\_\_\_ km/h (kt)”.

*Nota 2.— La conversión de IAS a TAS se realiza utilizando una temperatura igual a la ISA que corresponde a la altitud más 15°C. Los procedimientos de espera son una excepción; la fórmula de cálculo incluye corrección de compresibilidad, y aparece en la Parte II, Sección 4, Apéndice del Capítulo 1.*

*Nota 3.— Cuando se requiera operacionalmente para evitar obstáculos, se pueden utilizar velocidades reducidas tan bajas como la IAS tabulada para “aproximación frustrada intermedia” en las Tablas I-4-1-1 y I-4-1-2 aumentadas en un 10%. En este caso, se incluye la nota “Viraje de salida limitado a una IAS máxima de \_\_\_\_\_ km/h (kt)”. Para verificar el efecto operacional de una limitación de velocidad deseada, el valor de la velocidad debería compararse con la velocidad estadística, tal como se publica en la Sección 3, Apéndice del Capítulo 3.*

*Nota 4.— Viento normalizado OACI =  $12 h + 87$  km/h (h en 1 000 m);  $2 h + 47$  kt (h en 1 000 ft).*

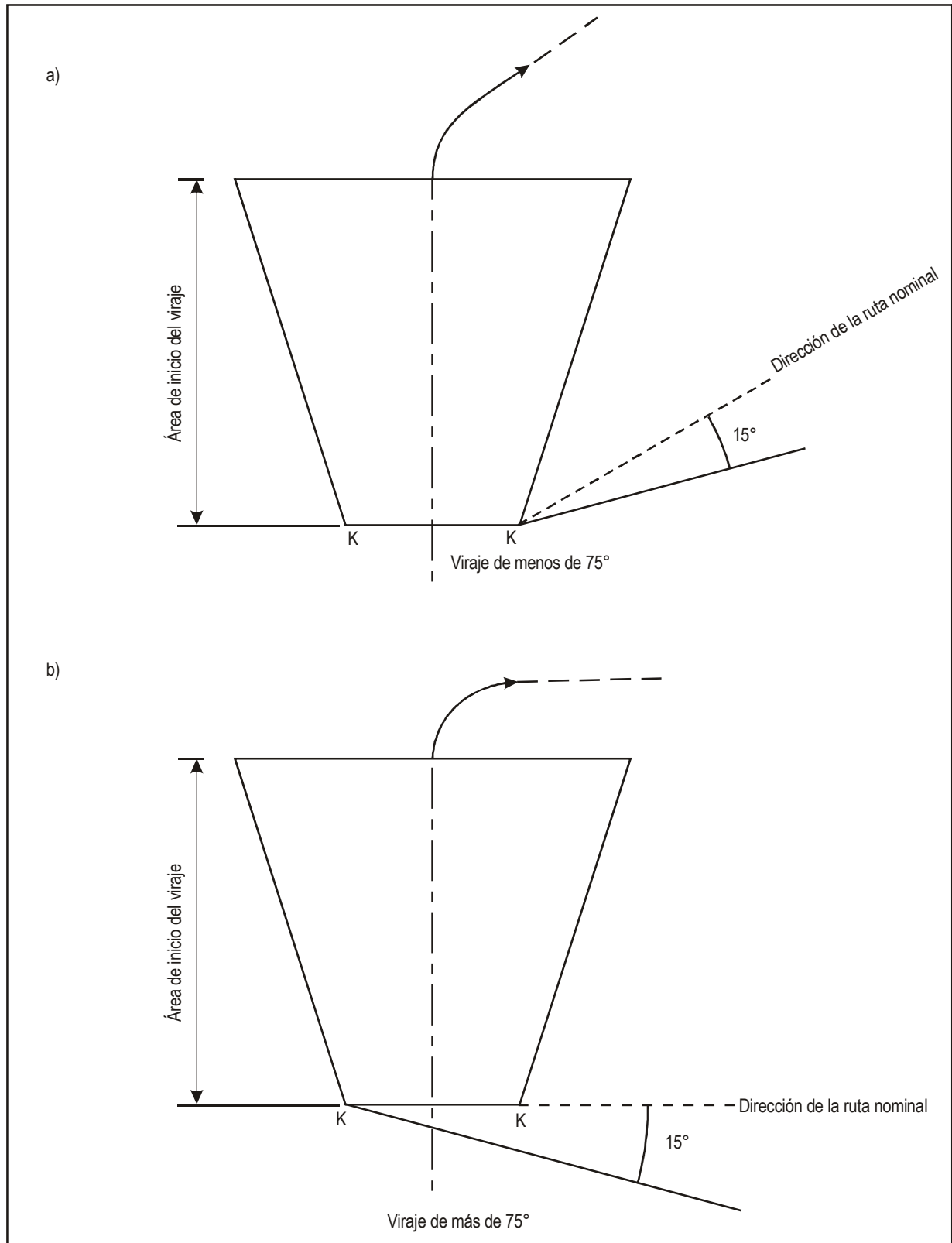


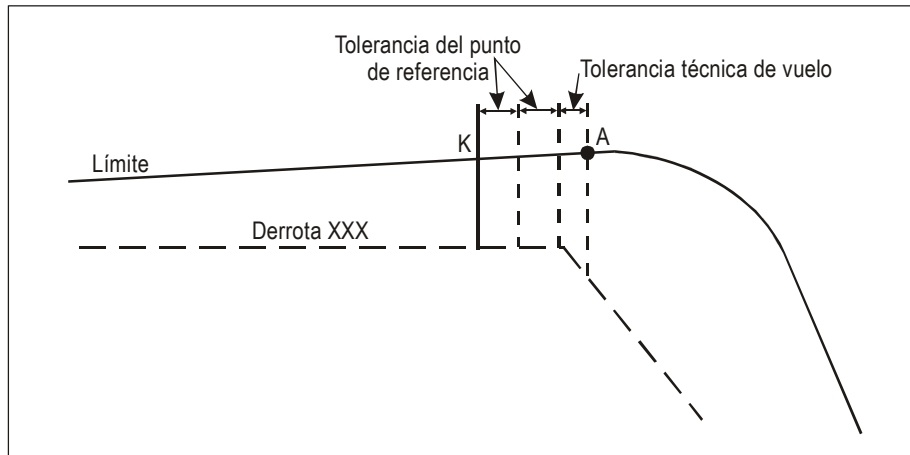
**Tabla I-2-3-2. Ejemplo de cálculos de varios parámetros de viraje para una selección de IAS (calculada para 600 m MSL) (para abreviaturas, véase 3.1.2, “Parámetros de viraje”)**

<i>IAS</i> (km/h)	<i>TAS</i> (600 m, ISA + 15) Factor de conversión <i>IAS*</i> (km/h)	<i>c</i> 6 segundos ( <i>TAS</i> + 56) 6 3 600 (km)	<i>R</i> 542 <i>TAS</i> (grados/s)	<i>r</i> <i>TAS</i> 62,8 <i>R</i> (km)	<i>E</i> 1,4 <i>R</i> (km)
205	217	0,46	2,50	1,38	0,56
280	296	0,59	1,83	2,57	0,76
345	364	0,70	1,49	3,89	0,94
400	422	0,80	1,28	5,23	1,09
445	470	0,88	1,15	6,49	1,21
490	518	0,96	1,05	7,85	1,34
510	539	0,99	1,01	8,54	1,39
* Para la conversión de IAS a TAS, véase el Apéndice del Capítulo 1.					

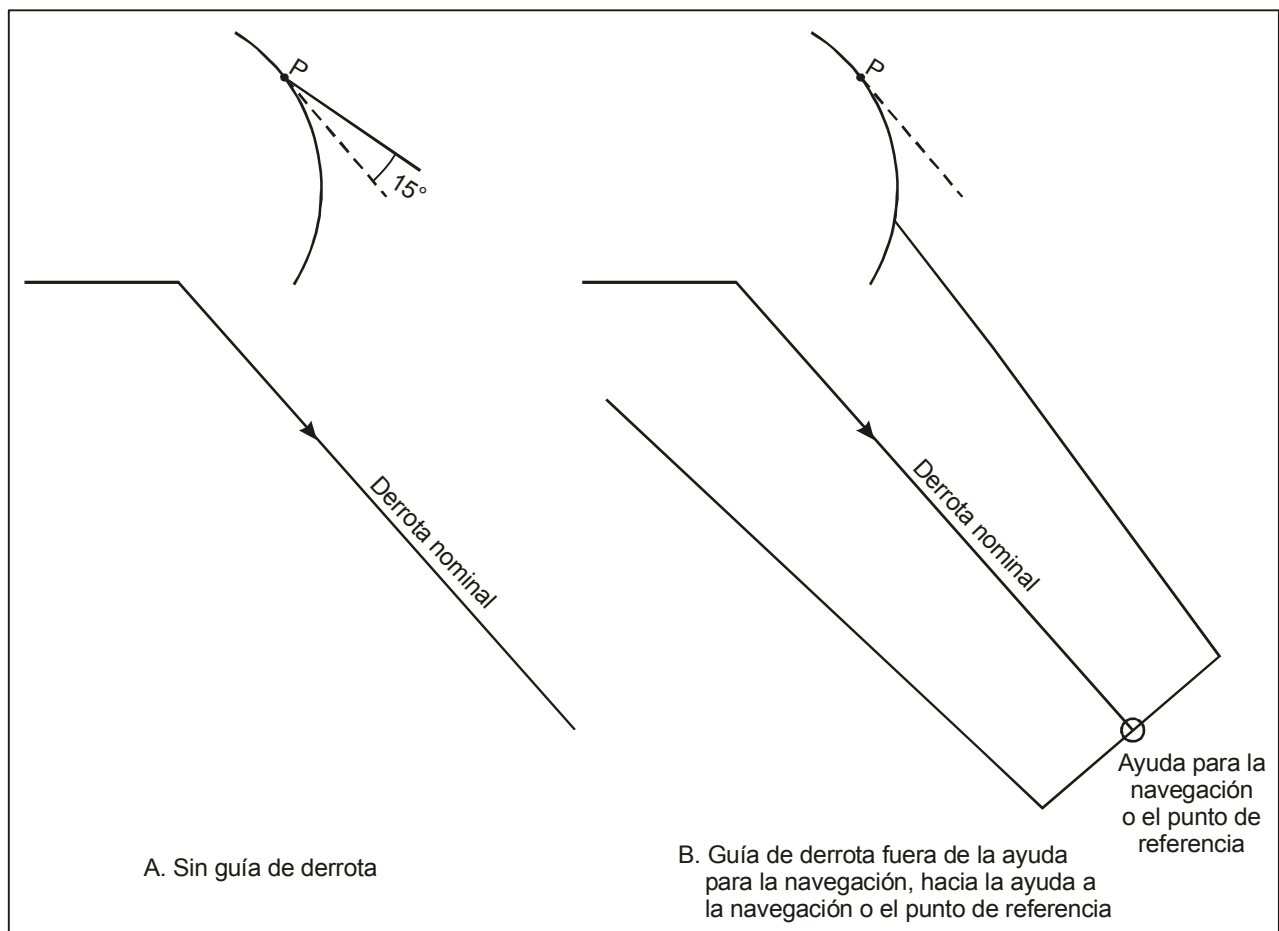
**Tabla I-2-3-3. Ejemplo de cálculos de varios parámetros de viraje para una selección de IAS (calculada para 2 000 ft MSL) (para abreviaturas, véase 3.1.2, “Parámetros de viraje”)**

<i>IAS</i> (kt)	<i>TAS</i> (2 000 ft, ISA + 15) Factor de conversión <i>IAS*</i> (kt)	<i>c</i> 6 segundos ( <i>TAS</i> + 30) 6 3 600 (NM)	<i>R</i> 293 <i>TAS</i> (grados/s)	<i>r</i> <i>TAS</i> 62,8 <i>R</i> (NM)	<i>E</i> 0,75 <i>R</i> (NM)
110	116	0,24	2,53	0,73	0,30
150	159	0,32	1,84	1,37	0,41
185	195	0,38	1,50	2,07	0,50
200	211	0,40	1,39	2,42	0,54
240	254	0,47	1,15	3,51	0,65
265	280	0,52	1,05	4,25	0,72
275	291	0,54	1,01	4,60	0,74
* Para la conversión de IAS a TAS, véase el Apéndice del Capítulo 1.					

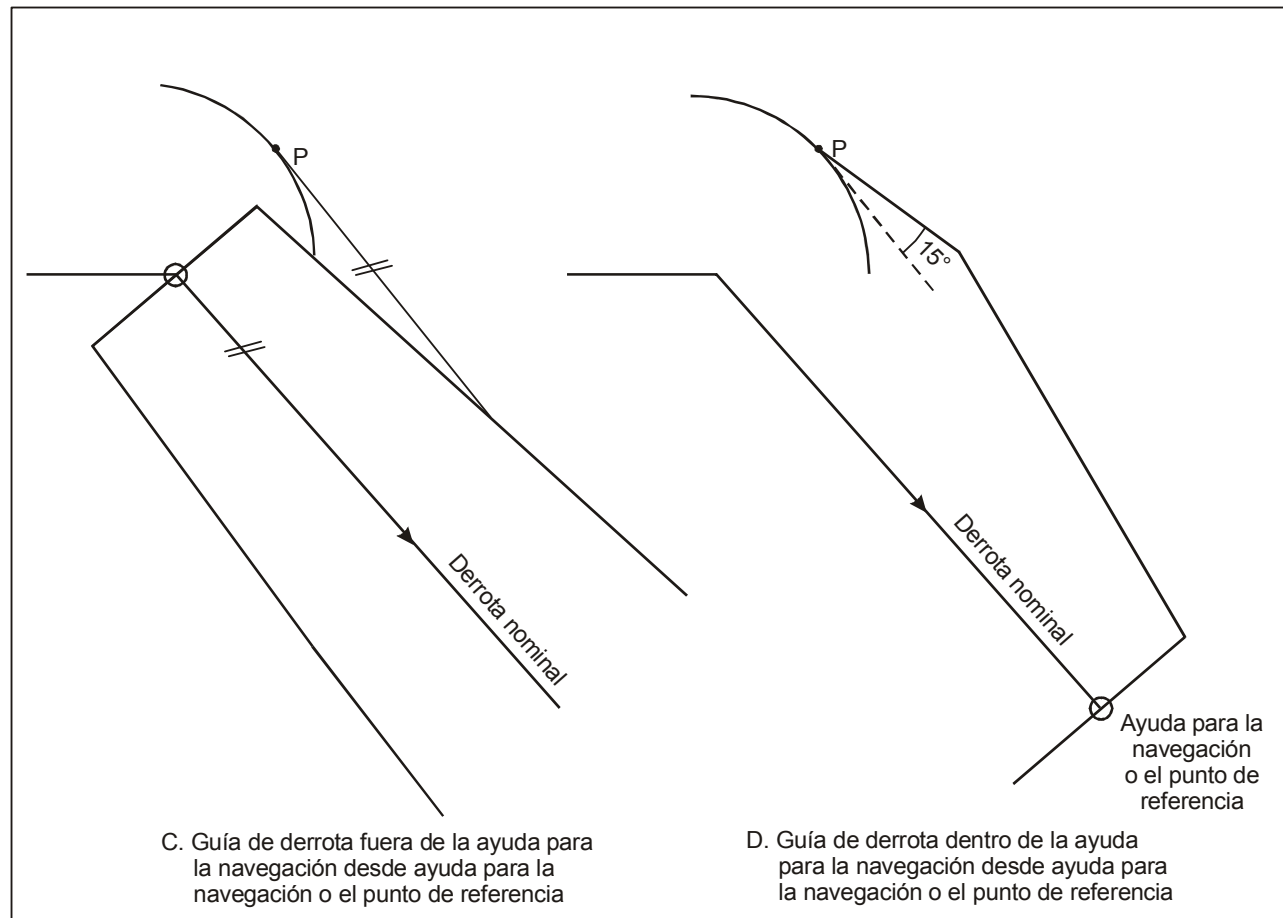
**Figura I-2-3-1. Protección del límite interior del viraje**



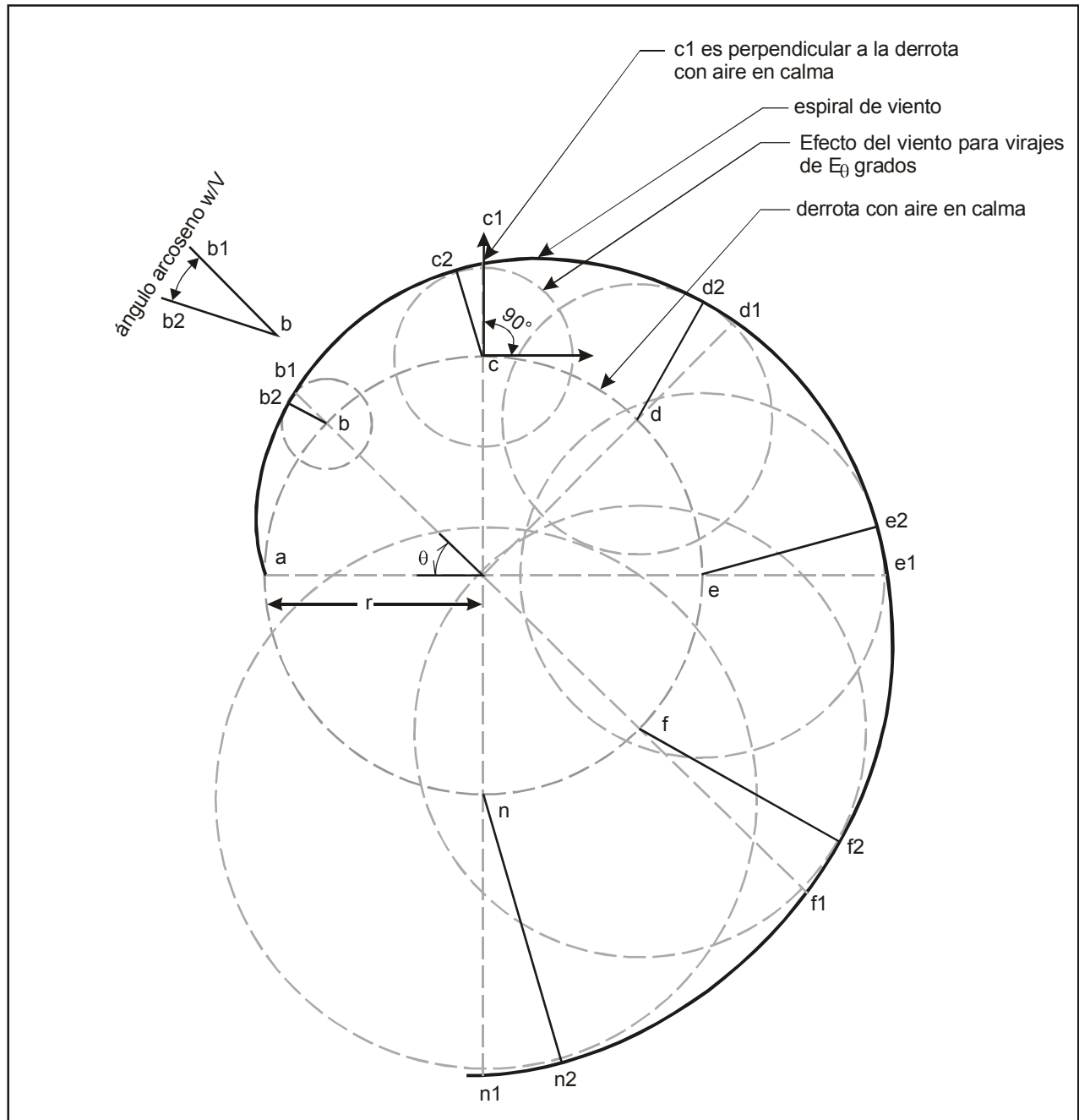
**Figura I-2-3-2. Inicio de la construcción del límite exterior**



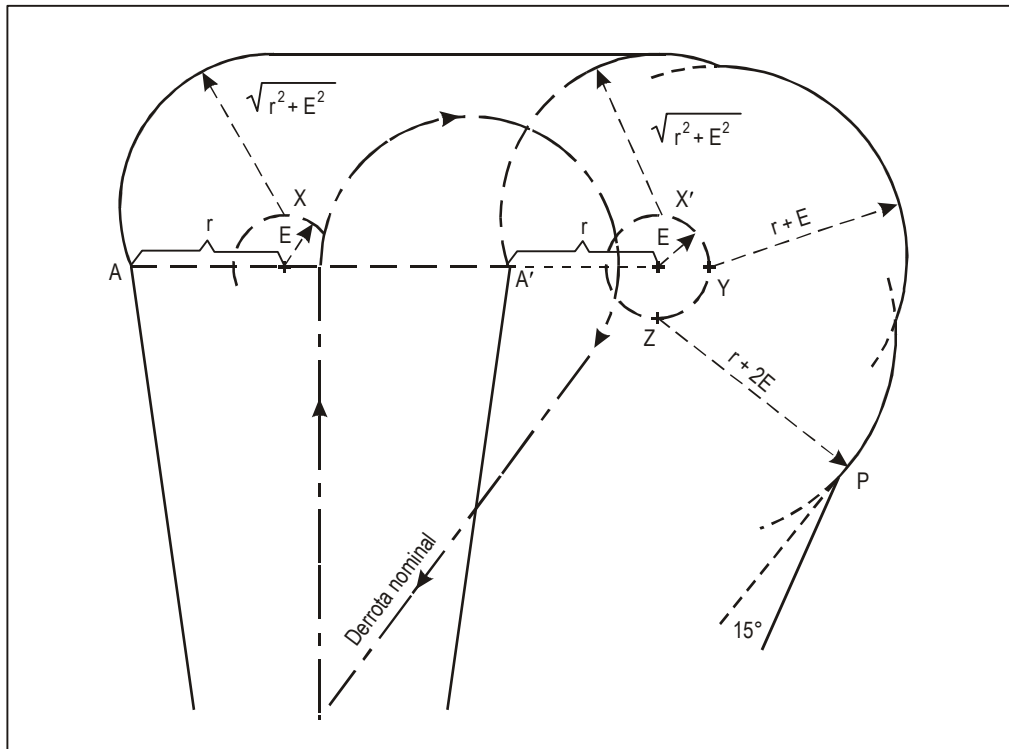
**Figura I-2-3-3 a) y b). Construcción del límite exterior de viraje después del punto P**



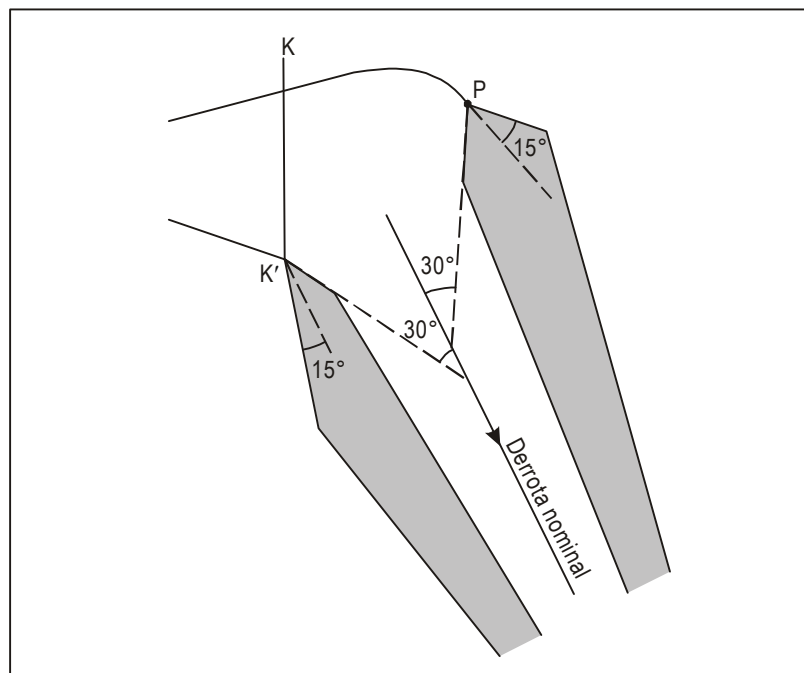
**Figura I-2-3-3 c) y d). Guía de derrota fuera de la ayuda para la navegación desde la ayuda para la navegación o el punto de referencia/guía de derrota dentro de la ayuda para la navegación o el punto de referencia**



**Figura I-2-3-4. Construcción de una espiral de viento**



**Figura I-2-3-5. Construcción del límite exterior de viraje**



**Figura I-2-3-6. Construcción de las áreas secundarias con guía de derrota adicional**

## **Capítulo 4**

### **GARANTÍA DE CALIDAD**

#### **4.1 GENERALIDADES**

4.1.1 Este capítulo presenta disposiciones generales sobre garantía de calidad para el proceso de diseño de procedimientos. En el *Manual de garantía de calidad de los procedimientos de vuelo por instrumentos* (en preparación) figura orientación detallada al respecto.

4.1.2 El Estado es responsable de asegurar que las aeronaves pertinentes puedan realizar en su espacio aéreo, en condiciones seguras, todos los procedimientos de vuelo por instrumentos publicados. La seguridad operacional no sólo se logra mediante la aplicación de los criterios técnicos de los PANS-OPS y las disposiciones conexas de la OACI, sino que también requiere medidas que controlen la calidad del proceso empleado para aplicar esos criterios, que puede incluir reglamentación, supervisión del tránsito aéreo, validación en tierra y validación en vuelo. Estas medidas asegurarán la calidad y la seguridad operacional del producto del procedimiento de diseño por medio de examen, verificación, coordinación y validación en los puntos apropiados del proceso, de modo que durante el proceso puedan hacerse correcciones en la primera oportunidad.

4.1.3 Este capítulo procura establecer el marco de calidad para el proceso de diseño de procedimientos, que incluye información aportada, elementos clave necesarios, recomendaciones y resultados esperados.

4.1.4 En aras de la seguridad operacional, y para promover un grado razonable de normalización, es deseable aplicar, en el mayor grado posible, las disposiciones de los PANS-OPS de manera coherente, empleando procesos que reduzcan al mínimo la posibilidad de errores, identifiquen errores que realmente ocurren antes de que repercutan en la seguridad operacional y prevean el continuo mejoramiento del proceso de diseño de procedimientos a fin de eliminar o disminuir los errores futuros. Esto es especialmente importante para la navegación y para tener conciencia de los obstáculos en el contexto de la aviación moderna, en que se confía cada vez más en las computadoras y en los datos que éstas procesan.

4.1.5 La seguridad operacional en la navegación aérea depende mucho de la calidad de los datos aeronáuticos. Los procesos para asegurar la calidad de los datos, desde la originación de datos hasta su difusión en las publicaciones de información aeronáutica (AIP) de los Estados, se describen con detalles en el *Manual de garantía de calidad de los procedimientos de vuelo por instrumentos*.

#### **4.2 PROCESO DE LOS PROCEDIMIENTOS DE VUELO POR INSTRUMENTOS**

El proceso de los procedimientos de vuelo por instrumentos (IFP) (véase la Figura I-2-4-1) comprende la adquisición de los datos y el diseño y la promulgación de los procedimientos. Este proceso comienza con la compilación y verificación de mucha información y termina con la validación en tierra y/o en vuelo del producto terminado y la documentación para publicación. Los elementos del proceso comprenden facilitadores, limitaciones, producto e información de retorno posterior a la publicación sobre el procedimiento que se considera.

### **4.3 OBTENCIÓN DE INFORMACIÓN PARA EL DISEÑO DE PROCEDIMIENTOS**

La información para el diseño de procedimientos se coordinará con todas las partes interesadas. Es necesario evaluar como información para el proceso de diseño de procedimientos los siguientes aspectos:

- a) datos de aeropuerto, ayudas para la navegación, obstáculos y coordenadas y elevación del terreno, basados en estudios verificados y que cumplen los requisitos de los Anexos 11, 14 y 15 de la OACI;
- b) requisitos del espacio aéreo;
- c) requisitos del usuario: necesidades del proveedor de servicios de tránsito aéreo y los explotadores que utilizarán el procedimiento;
- d) infraestructura aeroportuaria tales como clasificación de pistas, iluminación, comunicaciones, señales de la pista y disponibilidad de reglaje local del altímetro;
- e) consideraciones ambientales; y
- f) todo otro problema potencial relacionado con el procedimiento.

### **4.4 DISEÑO DE PROCEDIMIENTOS**

4.4.1 Los procedimientos se diseñarán de acuerdo con criterios aprobados por el Estado, teniendo en cuenta toda la información pertinente. Se mantendrá la coordinación con todas las partes interesadas durante el proceso de diseño y validación, para asegurarse de que el procedimiento satisface las necesidades de los usuarios y de la comunidad.

4.4.2 Cada procedimiento nuevo o revisado será verificado por un diseñador de procedimientos calificado distinto del que diseñó el procedimiento, para asegurar el cumplimiento de los criterios aplicables.

4.4.3 Los procedimientos publicados estarán sujetos a un examen periódico para asegurarse de que continúan cumpliendo con los criterios que cambian y satisfacer los requisitos de los usuarios. Los Estados determinarán los intervalos para el examen periódico de los procedimientos de vuelo por instrumentos de conformidad con sus respectivas necesidades. El intervalo máximo para este examen es de cinco años.

### **4.5 DOCUMENTACIÓN DEL DISEÑO DE PROCEDIMIENTOS**

4.5.1 La documentación proporcionada por el diseñador de procedimientos se divide en tres categorías e incluye:

- a) documentación necesaria para la publicación en las AIP de los Estados de conformidad con los Anexos 4 y 15 de la OACI;
- b) documentación necesaria para mantener la transparencia con respecto a los detalles e hipótesis empleados por el diseñador de procedimientos, los que deberían incluir información o datos de apoyo empleados en el diseño, tales como:
  - 1) control de obstáculos para cada tramo del procedimiento;
  - 2) efecto de las consideraciones ambientales en el diseño del procedimiento;



- 3) evaluación de la infraestructura;
  - 4) limitaciones del espacio aéreo;
  - 5) las razones de todo cambio cuando se trate de modificaciones o enmiendas de los procedimientos existentes; y
  - 6) las razones de toda desviación de las normas vigentes y los detalles de las mitigaciones aplicadas para asegurar la continuidad de las operaciones seguras;
- c) documentación adicional requerida para facilitar la validación del procedimiento en tierra y en vuelo.

4.5.2 Toda la documentación debería ser objeto de una verificación final en cuanto a si es precisa y completa antes de su validación y publicación.

4.5.3 Toda la documentación debería conservarse de conformidad con los procedimientos de los Estados para ayudar a recrear el procedimiento en el futuro en caso de incidentes y para su revisión periódica y su mantenimiento. El período de conservación no será inferior al de utilidad operacional del procedimiento.

## 4.6 VALIDACIÓN EN TIERRA Y EN VUELO

### 4.6.1 Validación

Validación es el paso final de garantía de calidad necesario en el proceso de diseño de procedimientos, antes de la publicación. La finalidad de la validación es la verificación de todos los datos sobre los obstáculos y la navegación, y la evaluación de la posibilidad de aplicar en la práctica el procedimiento de vuelo. La validación normalmente consiste en la validación en tierra y la validación en vuelo. La validación en tierra se llevará a cabo siempre. Cuando el Estado pueda verificar mediante la validación en tierra que todos los datos sobre los obstáculos y la navegación considerados en el diseño del procedimiento son precisos y completos, y todos los otros factores normalmente considerados en la validación en vuelo (4.6.3), se podrá prescindir de la validación en vuelo.

### 4.6.2 Validación en tierra

La validación en tierra es un examen de todo el procedimiento de vuelo por instrumentos por una o varias personas capacitadas en diseño de procedimientos y que tienen un conocimiento apropiado de los problemas de validación en vuelo. Esta validación tiene la finalidad de detectar errores en los criterios y la documentación y evaluar en tierra, en la medida posible, aquellos elementos que se evaluarán en una validación en vuelo. Los problemas identificados en la evaluación en tierra deberían resolverse antes de toda validación en vuelo. La validación en tierra determinará también si es necesaria la validación en vuelo para las modificaciones y enmiendas de los procedimientos publicados previamente.

### 4.6.3 Validación en vuelo

4.6.3.1 La validación en vuelo de los procedimientos de vuelo por instrumentos debería llevarse a cabo como parte de la certificación inicial y debería incluirse también en el programa periódico de garantía de calidad establecido por cada uno de los Estados para asegurarse de que el proceso de diseño de procedimientos y sus resultados, incluida la calidad de la información y de los datos aeronáuticos, satisfagan los requisitos del Anexo 15. Esta validación la llevará a cabo un piloto de validación en vuelo calificado y con experiencia, certificado o autorizado por el Estado. Los objetivos de la validación en vuelo de los procedimientos de vuelo por instrumentos son:

- a) ofrecer la seguridad de que se ha proporcionado un franqueamiento de obstáculos adecuado;
- b) verificar que los datos de navegación que habrán de publicarse, así como los empleados en el diseño del procedimiento, son correctos;

- c) verificar que todos los elementos de la infraestructura requerida, tales como señales de la pista, iluminación y fuentes de comunicaciones y navegación, están instalados y funcionan;
- d) realizar una evaluación de la aplicación del procedimiento en la práctica para determinar que puede llevarse a cabo con seguridad; y
- e) evaluar las cartas, la infraestructura requerida, la visibilidad y otros factores operacionales.

4.6.3.2 La validación en vuelo no debería confundirse con la inspección en vuelo. La inspección en vuelo de los procedimientos de vuelo por instrumentos es necesaria para asegurarse de que las radioayudas para la navegación apropiadas dan el apoyo adecuado al procedimiento. Esta inspección se lleva a cabo como parte de un programa oficial de inspección en vuelo y la realiza un inspector de vuelo calificado que emplea una aeronave adecuadamente equipada.

4.6.4 El diseñador de procedimientos será el originador de todos los datos aplicables para realizar una validación en vuelo proporcionados para las operaciones de validación o inspección en vuelo. El diseñador de procedimientos debería estar preparado para proporcionar informes verbales a las tripulaciones de validación o inspección en vuelo en aquellos casos en que los procedimientos de vuelo tengan una aplicación única o características especiales.

4.6.5 El diseñador de procedimientos puede participar en el vuelo de validación inicial para ayudar en la evaluación y obtener del piloto de inspección o validación en vuelo y/o inspector de vuelo un conocimiento directo de los problemas relacionados con el diseño del proyecto.

#### **4.6.6 Calificaciones e instrucción del piloto de validación en vuelo**

4.6.6.1 El Estado establecerá por escrito políticas que exijan normas mínimas relativas a las calificaciones, la instrucción y el nivel de competencia de pilotos de validación en vuelo, incluidos los pilotos de inspección en vuelo que lleven a cabo la validación en vuelo de procedimientos de vuelo por instrumentos.

4.6.6.2 Con la finalidad de lograr los objetivos de seguridad operacional y garantía de calidad del proceso de validación en vuelo, cada Estado se asegurará de que los pilotos de validación en vuelo hayan adquirido y mantengan el nivel de competencia requerido a través de un proceso de instrucción y formación en el puesto de trabajo bajo supervisión.

*Nota.— En el Apéndice B del Volumen I (Sistema de garantía de calidad del diseño de procedimientos de vuelo) del Manual de garantía de calidad para el diseño de procedimientos de vuelo (Doc 9906) figuran las calificaciones e instrucción que se recomiendan, así como orientación sobre las habilidades, los conocimientos y las actitudes que deben considerarse en la formación y evaluación de los pilotos de validación en vuelo.*

4.6.7 En el *Manual sobre ensayo de radioayudas para la navegación*, Volúmenes I, II y III (Doc 8071) figura información adicional detallada y orientación con respecto a la inspección en vuelo y la validación de procedimientos de vuelo por instrumentos, así como sobre calificaciones y certificación de inspectores de vuelo.

### **4.7 CALIFICACIONES Y FORMACIÓN DE DISEÑADORES DE PROCEDIMIENTOS**

4.7.1 Los Estados establecerán normas sobre el nivel de competencia exigido para el diseño de procedimientos de vuelo. Cada Estado se asegurará de que los diseñadores de procedimientos de vuelo han adquirido y mantienen este nivel de competencia durante la formación y la formación en el puesto de trabajo (OJT) supervisada. Esto tiene por objetivo asegurar que la garantía de calidad en el proceso de diseño de procedimientos y su producto, incluidas la calidad de los datos y la información aeronáutica, cumple los requisitos del Anexo 15 — *Servicios de información aeronáutica*.

4.7.2 La formación para el diseño de procedimientos de vuelo debería incluir por lo menos una formación inicial e instrucción periódica a intervalos regulares. El Estado debería establecer el intervalo apropiado de instrucción periódica.

4.7.3 La formación inicial asegurará que el diseñador de procedimientos de vuelo puede demostrar un nivel básico de competencia que incluye por lo menos los siguientes elementos:

- a) conocimiento de la información que contienen los PANS-OPS, Volúmenes I y II y otras disposiciones conexas de la OACI relacionadas con el Estado; y
- b) conocimientos prácticos del diseño de procedimientos.

4.7.4 La instrucción periódica asegurará que el diseñador de procedimientos de vuelo puede demostrar un nivel básico de competencia que incluye por lo menos los siguientes elementos:

- a) conocimiento acerca de las disposiciones de la OACI y otras disposiciones pertinentes al diseño de procedimientos; y
- b) mantenimiento y mejoramiento de los conocimientos teóricos y prácticos del diseño de procedimientos.

4.7.5 El Estado se asegurará de que los diseñadores de procedimientos de vuelo han recibido una formación supervisada y adecuada en el puesto de trabajo.

4.7.6 El Estado evaluará a intervalos regulares la competencia del diseñador de procedimientos de vuelo.

4.7.7 En el *Manual de garantía de calidad para el diseño de procedimientos de vuelo* (Doc 9906), Volumen 2 — *Instrucción del diseñador de procedimientos de vuelo* se proporcionan textos de orientación para planificar, aplicar y evaluar la formación del diseñador de procedimientos de vuelo.

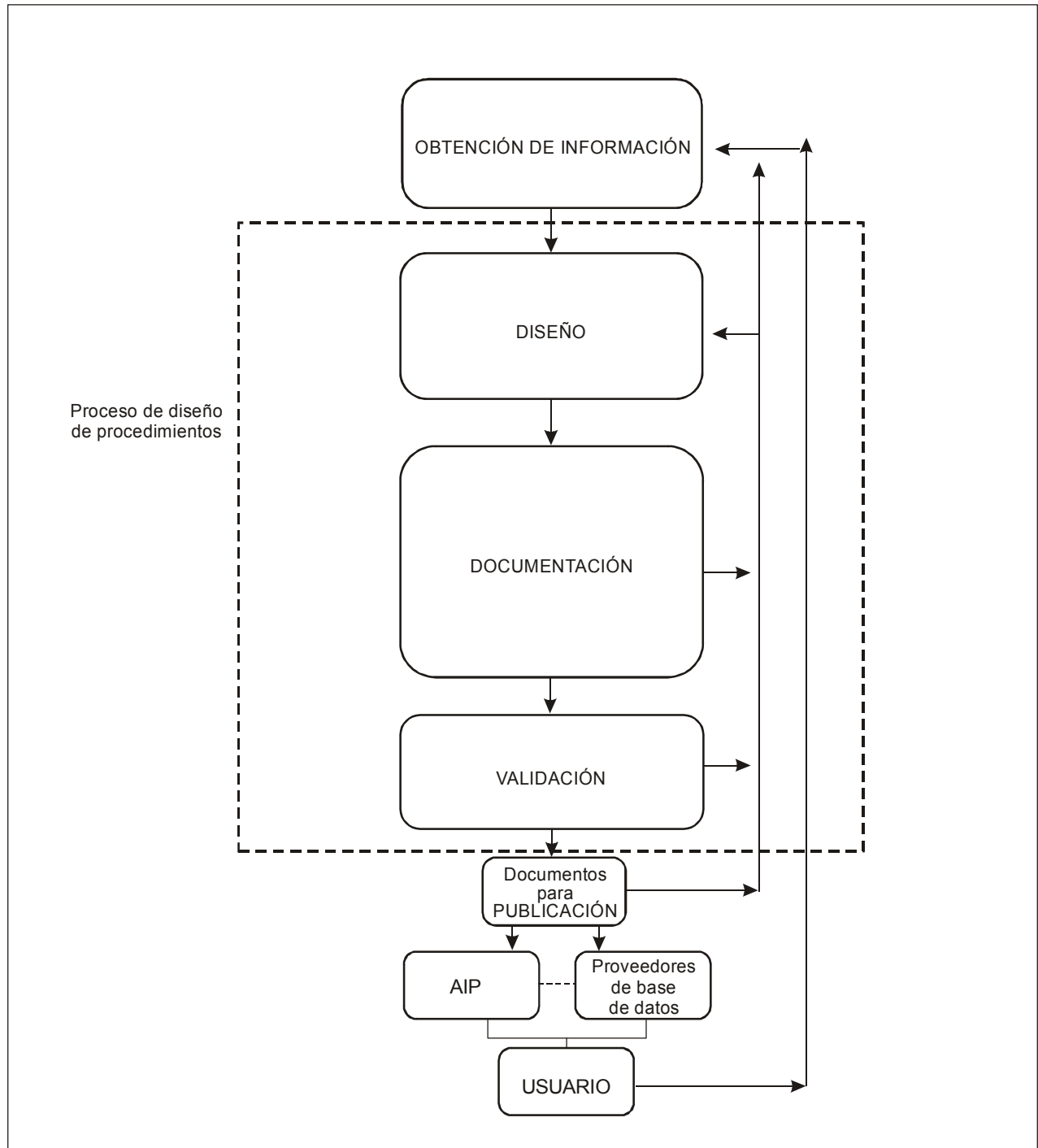
## 4.8 DISEÑO DE PROCEDIMIENTOS AUTOMATIZADO

4.8.1 Las herramientas de diseño de procedimientos automatizado encierran el potencial de reducir mucho los errores en el proceso de diseño de procedimientos, así como el de normalizar la aplicación de los criterios de los PANS-OPS. Por esta razón, los Estados deberían emplear los programas de soporte lógico disponibles para diseñar sus procedimientos de vuelo por instrumentos.

4.8.2 La OACI produce varias herramientas para automatizar porciones básicas de los criterios de diseño de procedimientos en que las consecuencias del error son particularmente importantes para la seguridad operacional. En estas herramientas están incluidos el soporte lógico de los PANS-OPS OAS y el soporte lógico de los PANS-OPS (CD-101), que es una opción a la hora de evaluar el riesgo total de impacto con un obstáculo o con el terreno en las aproximaciones de precisión.

4.8.3 Existen muchos otros programas de soporte lógico que automatizan, en diversos grados, la aplicación de los criterios de los PANS-OPS para el diseño de procedimientos. Las ventajas son muchas, incluidas las de mantener la integridad de las fuentes de datos durante toda la fase de diseño, reducir los errores humanos, aumentar la capacidad de desarrollar escenarios hipotéticos y normalizar la aplicación de los criterios. Si bien los creadores de soporte lógico ensayan ampliamente los programas que crean, no hay una garantía absoluta en cuanto a la precisión de la aplicación de los criterios en cada caso.

4.8.4 Dado que los Estados son responsables de la seguridad operacional de los procedimientos de vuelo por instrumentos, deberían asegurarse de que los programas de soporte lógico empleados en el diseño de procedimientos han sido validados. El *Manual de validación de soporte lógico para el diseño de procedimientos* (en preparación), proporciona orientación para ayudar a los Estados en esta tarea.



**Figura I-2-4-1. Proceso de los procedimientos de vuelo por instrumentos**

### **Sección 3**

## **PROCEDIMIENTOS DE SALIDA**



## **Capítulo 1**

# **INTRODUCCIÓN A LOS PROCEDIMIENTOS DE SALIDA**

### **1.1 GENERALIDADES**

Un procedimiento de salida diseñado de acuerdo con esta sección proporciona franqueamiento de obstáculos inmediatamente después del despegue y hasta que la aeronave intercepta un tramo en ruta. Los procedimientos de salida incluyen, pero no exclusivamente, rutas normalizadas de salida y los procedimientos asociados (Anexo 11, Apéndice 3).

### **1.2 CONSULTA**

Un procedimiento de salida puede ser necesario para el control de tránsito aéreo, la gestión del espacio aéreo o por otras razones (p. ej., atenuación de ruido), y la ruta de salida o el procedimiento pueden no estar determinados por los requisitos de franqueamiento de obstáculos solamente. Los procedimientos de salida deberían construirse en consulta con los explotadores, ATC y otras partes interesadas (véase el Volumen I, Parte I, Sección 7, para consideraciones de atenuación del ruido).

### **1.3 NORMALIZACIÓN**

Las especificaciones de esta sección se basan en el equipo y los métodos de navegación corrientes, y se han preparado con miras a establecer un grado razonable de normalización. Las excepciones deberían permitirse únicamente después de un examen conjunto de las autoridades de los Estados y los explotadores interesados. Para salidas RNAV, véanse los requisitos de la Parte III.

### **1.4 ECONOMÍA**

En beneficio de la eficiencia y la economía, deberían realizarse todos los esfuerzos posibles para asegurar que los procedimientos se preparen con el fin de mantener al mínimo, dentro de los márgenes de seguridad, tanto el tiempo necesario para ejecutar una salida como el espacio aéreo necesario.

### **1.5 RUTAS**

Podrán publicarse procedimientos de salida en la forma de rutas específicas (ver Capítulo 3) o de salidas omnidireccionales (ver Capítulo 4).

## **1.6 TEXTOS CONEXOS**

Para la construcción de áreas de franqueamiento de obstáculos asociadas con virajes, se hará amplia referencia a los criterios normalizados de la Sección 2, Capítulo 3, “Construcción del área de viraje”. En la Sección 2, Capítulo 2 “Puntos de referencia de área terminal”, se especifican las características de las ayudas para la navegación y las tolerancias de los puntos de referencia.

## **1.7 OPERACIONES ANORMALES Y DE EMERGENCIA**

1.7.1 El diseño de procedimientos de conformidad con esta sección supone operaciones normales y todos los motores en funcionamiento.

1.7.2 Compete al explotador llevar a cabo un examen de todos los obstáculos pertinentes y asegurar que se cumplan los requisitos de performance del Anexo 6, mediante procedimientos de emergencia. Cuando lo permita la configuración del terreno o de los obstáculos, la ruta que haya de seguirse en el procedimiento de emergencia debería corresponder con la del procedimiento de salida.

1.7.3 Compete al Estado suministrar la información sobre obstáculos que se describe en los Anexos 4 y 6, así como cualquier información adicional utilizada en el diseño de salidas de conformidad con esta Sección.

---



## **Capítulo 2**

### **CONCEPTOS GENERALES PARA PROCEDIMIENTOS DE SALIDA**

#### **2.1 ESTABLECIMIENTO DE PROCEDIMIENTOS DE SALIDA**

2.1.1 Se establecerán y promulgarán procedimientos de salida para cada pista en la que se prevea que se han de efectuar salidas por instrumentos.

2.1.2 Un procedimiento de salida debería diseñarse para dar cabida a todas las categorías de aeronaves, si fuera posible. Cuando las salidas están limitadas a categorías específicas, la carta de salida habrá de identificar claramente las categorías pertinentes (véase la Sección 4, Capítulo 1, 1.8.7, “Restricciones a las categorías y la IAS”).

#### **2.2 PRINCIPIOS DE DISEÑO**

2.2.1 Las salidas se pueden diseñar como salidas en línea recta o salidas con viraje (véase el Capítulo 3).

2.2.2 Un procedimiento de salidas omnidireccionales debe ser diseñado de tal manera que permita un viraje en cualquier dirección después de alcanzar una determinada altitud/altura (véase el Capítulo 4).

2.2.3 En una salida en línea recta se permite un viraje de 15° o menos.

2.2.4 La aeronave mantendrá la dirección de la pista hasta alcanzar una altura mínima de 120 m (394 ft) [Cat H, 90 m (295 ft)] por encima de la pista/FATO antes de comenzar el viraje.

2.2.5 Las salidas con viraje especificarán un viraje, bien en un punto de viraje designado, bien a una determinada altitud/altura.

2.2.6 La pendiente de diseño del procedimiento (PDG) normalizada es de 3,3% (Cat H, 5,0%). La PDG comienza en un punto a 5 m (16 ft) por encima del extremo de salida de la pista (DER).

2.2.7 La pendiente de diseño del procedimiento normalizada proporciona un margen de franqueamiento adicional de 0,8% de la distancia recorrida desde el DER, por encima de una superficie de identificación de obstáculos (OIS). La OIS tiene una pendiente de 2,5% (Cat H, 4,2%).

2.2.8 Si un obstáculo penetra en la OIS, se puede promulgar una PDG más pronunciada para proporcionar un margen de franqueamiento de obstáculos del 0,8% de la distancia recorrida desde el DER.

2.2.9 Antes de poder efectuar un viraje de más de 15°, se debe alcanzar un margen mínimo de franqueamiento de obstáculos de 90 m [295 ft] (Cat H, 80 m (265 ft)). Como alternativa, se puede usar un 0,8% de la distancia desde el DER, si este valor es más alto. Durante el vuelo subsiguiente, se debe mantener este margen mínimo de franqueamiento de obstáculos.

## 2.3 COMIENZO DEL PROCEDIMIENTO DE SALIDA

### 2.3.1 Aviones

2.3.1.1 Para aviones, el procedimiento de salida comienza en el extremo de salida de la pista (DER), que es el extremo del área declarada conveniente para el despegue (es decir, el extremo de la pista o, cuando exista una zona libre de obstáculos, el extremo de ésta).

2.3.1.2 Como el punto de despegue puede variar, y para proteger los virajes antes del DER, el área protegida comienza en un punto a 600 m del comienzo de la pista. Esto se basa en la suposición de que la altura mínima del viraje, de 120 m (394 ft) por encima de la elevación del DER, se puede alcanzar a 600 m del comienzo de la pista.

*Nota.— La elevación del DER es la del extremo de la pista o la del extremo de la zona libre de obstáculos, de estas dos elevaciones la mayor.*

### 2.3.2 Helicópteros

2.3.2.1 Para helicópteros, el procedimiento de salida comienza en el extremo de salida de la pista (DER). El DER es el extremo posterior del área declarada conveniente para el despegue [es decir, el extremo de la pista o de la zona libre de obstáculos o el extremo del área de aproximación final y de despegue (FATO)].

2.3.2.2 Para tener en cuenta la performance ascensional de los helicópteros, y para proteger los virajes prematuros, el área protegida comienza al principio de la pista o del área disponible para el despegue, basándose en el supuesto de que la altura mínima de viraje de 90 m (295 ft) sobre la elevación del DER se podría alcanzar por encima del comienzo del despegue (véase la Figura I-3-2-1).

*Nota.— La elevación del DER es la mayor de las elevaciones de los extremos de comienzo y fin de la pista/FATO.*

## 2.4 FIN DEL PROCEDIMIENTO DE SALIDA

El procedimiento de salida termina en el punto en el que la ruta conecta con el tramo siguiente y la PDG alcanza la altitud/altura mínima autorizada para la fase de vuelo siguiente (es decir, en ruta, espera o aproximación).

## 2.5 MARGEN MÍNIMO DE FRANQUEAMIENTO DE OBSTÁCULOS (MOC)

2.5.1 El margen mínimo de franqueamiento de obstáculos (MOC) en el área primaria es de 0,8% de la distancia recorrida desde el DER. El MOC equivale a cero en el DER.

2.5.2 El MOC se prevé por encima de una superficie de identificación de obstáculos o, cuando un obstáculo penetra en la OIS, por encima de la elevación del obstáculo.

2.5.3 Además de lo anterior, antes del comienzo de un viraje de más de 15°, se requiere un MOC de 90 m (295 ft) [Cat H, 80 m (265 ft)].

2.5.4 Cuando el terreno es montañoso, deberá estudiarse un aumento del margen mínimo de franqueamiento de obstáculos (véase la Sección 2, Capítulo 1, 1.7 “Aumento de altitudes/alturas en zonas montañosas”).

## 2.6 SUPERFICIES DE IDENTIFICACIÓN DE OBSTÁCULOS (OIS)

2.6.1 La superficie de identificación de obstáculos (OIS) es una superficie inclinada que se emplea para identificar obstáculos en el área de salida. El origen de las OIS para las salidas en línea recta está a una altura de 5 m (16 ft) por encima del DER. Para las salidas omnidireccionales, se utilizan varias OIS, según se describe en el Capítulo 4, “Salidas omnidireccionales”. La pendiente OIS es de 2,5% (Cat H, 4,2%).

### 2.6.2 Verificación de la OIS

2.6.2.1 La OIS deberá verificarse periódicamente para convalidar la información relativa a los obstáculos, de modo que se asegure un margen mínimo de franqueamiento de obstáculos y se proteja la integridad de los procedimientos de salida. Debería notificarse a la autoridad competente cada vez que un nuevo obstáculo pueda penetrar en dichas superficies.

*Nota.— Se considera que el requisito de “periodicidad” quedaría satisfecho mediante verificaciones anuales.*

2.6.2.2 La distancia a los obstáculos deberá estar referida al DER.

## 2.7 PENDIENTE DE DISEÑO DEL PROCEDIMIENTO (PDG)

2.7.1 La pendiente de diseño del procedimiento es la pendiente de ascenso publicada, calculada desde el comienzo de la OIS [5 m (16 ft) por encima del DER]. Siempre que ningún obstáculo penetre en la OIS, la pendiente de diseño del procedimiento (PDG) es la pendiente de la OIS más el 0,8% (3,3%, Cat H 4,2%).

2.7.2 Cuando un objeto penetra en la OIS de 2,5% se debería ajustar la ruta de salida para evitarlo. Si esto no es posible, entonces se puede aumentar la PDG para proporcionar el margen mínimo de franqueamiento de obstáculos por encima de la penetración (0,8% de la distancia desde el DER). (Véase la Figura I-3-2-2).

2.7.3 Se promulgará una PDG que exceda de 3,3% y la altitud a la que se extiende la pendiente aumentada.

2.7.4 Si se aumenta la PDG para evitar que un obstáculo penetre, la PDG se reducirá de nuevo a 3,3% en un punto, pasado el obstáculo crítico, en que se pueda proporcionar un margen de franqueamiento de obstáculos del 0,8% de la distancia desde el DER. (Véase la Figura I-3-2-2).

2.7.5 No se promulgarán pendientes a una altura igual o inferior a 60 m (200 ft), normalmente ocasionadas por obstáculos bajos o muy próximos (véase la Figura I-3-2-3). Se promulgarán la posición y la elevación/altura de objetos muy próximos que penetren en la OIS (véase el Capítulo 5, “Información publicada para procedimientos de salida”).

## 2.8 TRAYECTORIA DE VUELO MEDIA

2.8.1 Cuando sea importante conformarse muy de cerca a una derrota nominal (para fines de atenuación de ruido, limitaciones ATC, etc.) se pueden utilizar como guía los datos reales sobre las derrotas para determinar la trayectoria de vuelo media.

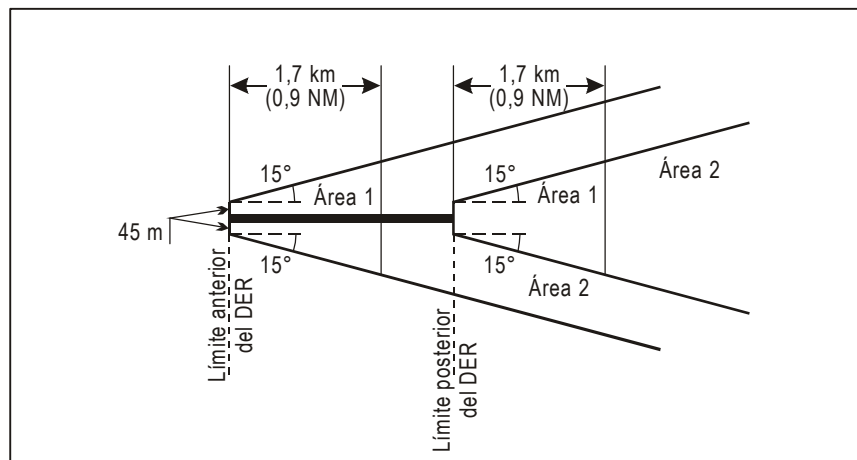
2.8.2 En el Apéndice del Capítulo 3, se presentan textos de orientación (basados en datos estadísticos) sobre la forma de establecer una trayectoria de vuelo media. Las performances de aeronave empleadas para determinar la trayectoria de vuelo media no se deben utilizar para cálculos de franqueamiento de obstáculos.

## 2.9 PRECISIÓN DE LAS CARTAS

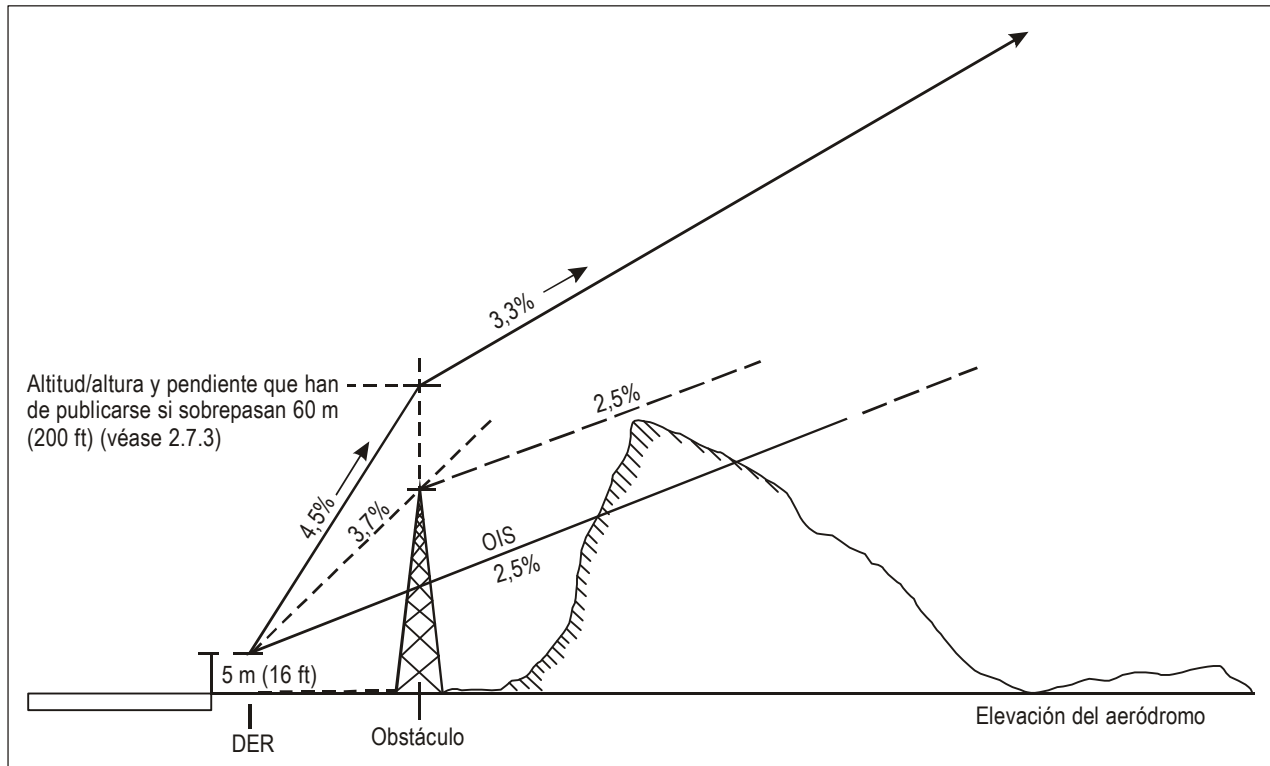
La precisión de las cartas se debe tener en consideración aplicando las tolerancias, tanto en el plano vertical como en el horizontal, según se describe en la Sección 2, Capítulo 1, 1.8 “Precisión de las cartas”. Cuando la aplicación de estas tolerancias origine una exigencia operacional inaceptable, se debería emplear información adicional para obtener mayor precisión respecto a la situación del obstáculo y los datos de altura.

## 2.10 INFORMACIÓN ESPECÍFICA SUPLEMENTARIA SOBRE ALTURA/DISTANCIA

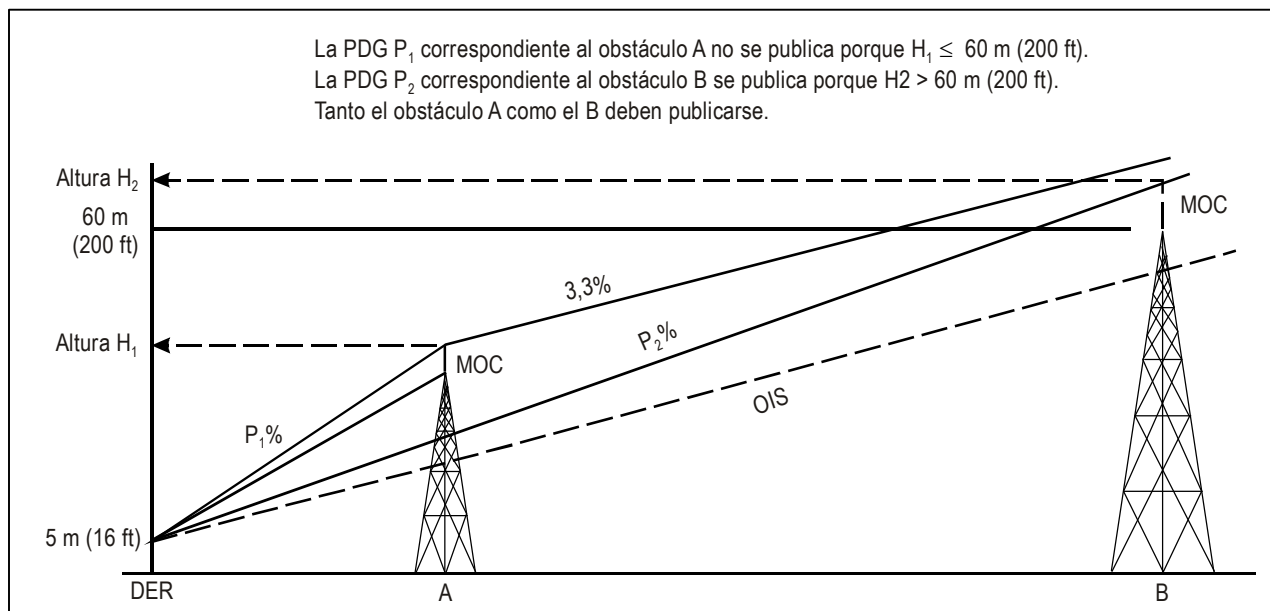
Cuando se cuenta con un DME convenientemente emplazado, o cuando se pueden establecer puntos de referencia RNAV en lugares adecuados, se debería publicar información específica suplementaria sobre la altura/distancia necesaria para evitar el obstáculo, con objeto de proporcionar un medio de controlar la posición de la aeronave en relación con los obstáculos críticos.



**Figura I-3-2-1. Inicio del procedimiento de salida — helicópteros**



**Figura I-3-2-2. Pendiente de diseño del procedimiento**



**Figura I-3-2-3. Obstáculos muy próximos**



## **Capítulo 3**

### **RUTAS DE SALIDA**

#### **3.1 GENERALIDADES**

3.1.1 Existen dos tipos básicos de rutas de salida: en línea recta y con viraje.

3.1.2 Se debe suministrar guía de derrota:

- a) a menos de 20,0 km (10,8 NM) desde el extremo de salida de la pista (DER) para las salidas en línea recta; y
- b) a menos de 10,0 km (5,4 NM) después de completar el viraje para las salidas con viraje.

3.1.3 Se podrá utilizar radar de vigilancia para proporcionar guía de derrota.

#### **3.2 SALIDAS EN LÍNEA RECTA**

##### **3.2.1 Generalidades**

3.2.1.1 Salida en línea recta es aquella en que la derrota de salida inicial está comprendida dentro de los 15° de alineación del eje de la pista. Cuando sea viable, la derrota de salida debería coincidir con la prolongación del eje de pista (véase la Figura I-3-3-1).

3.2.1.2 Para helicópteros, la derrota de salida debe cruzar el eje de la pista a menos de 1,7 km (0,9 NM) del DER, o quedar lateralmente en el DER a menos de 90 m del eje de la pista.

##### **3.2.2 Tipos de salida en línea recta**

Las salidas en línea recta se dividen en dos categorías principales, dependiendo de la disponibilidad de guía de derrota inicial:

- a) salida en línea recta sin guía de derrota:
  - 1) salida sin corrección de derrota;
  - 2) salida con corrección de derrota (sin punto de corrección de derrota especificado); y
  - 3) salida con corrección de derrota (con punto de corrección de derrota especificado); y
- b) salida en línea recta con guía de derrota:
  - 1) instalación en cabeza o en cola; y
  - 2) desplazada (derrota paralela/derrota desplazada/cruce de derrota).

### 3.2.3 Corrección de derrota

En la construcción de las áreas, se supone que toda corrección de la derrota se producirá no más allá de un punto en que la PDG alcanza los 120 m (394 ft) [Cat H, 90 m (295 ft)] por encima de la elevación del DER, o bien en un punto especificado de corrección de la derrota.

### 3.2.4 Salida en línea recta sin guía de derrota

#### 3.2.4.1 Salida sin corrección de derrota

El área comienza en el DER, tiene una anchura inicial de 300 m (Cat H, 90 m) y está centrada en el eje de la pista con un ensanche de 15° a cada lado de la prolongación del eje de la pista (véase la Figura I-3-3-1). El área termina al final del procedimiento de salida, según se especifica en el Capítulo 2, 2.4, “Fin del procedimiento de salida”.

#### 3.2.4.2 Salida con corrección de derrota

3.2.4.2.1 La derrota de salida inicial puede corregirse hasta 15°. Cuando se corrija así, el ensanche del límite del área, en el mismo lado de la corrección de derrota, aumenta en el mismo ángulo que el de corrección de derrota, a partir del DER.

3.2.4.2.2 En el lado opuesto a la corrección de derrota, el límite se corrige en igual cantidad en un punto donde la PDG alcanza 120 m (394 ft) [Cat H, 90 m (295 ft)]. Esta distancia es nominalmente de 3,5 km/1,9 NM (Cat H, 1,7 km/0,9 NM) desde el DER para una PDG de 3,3% (Cat H, 5,0%) (véase la Figura I-3-3-2).

3.2.4.2.3 *Punto de corrección de derrota especificado.* Si se especifica un punto de corrección de derrota (véase la Figura I-3-3-3):

- a) el ensanche del límite del área, en el lado de la corrección de derrota, se aumenta en el ángulo de corrección de derrota a partir de la tolerancia anterior del punto de corrección de derrota; y
- b) el ensanche del límite del área, en el lado opuesto a la corrección de derrota, se reduce en el ángulo de corrección de derrota a partir de la tolerancia posterior del punto de corrección de derrota.

### 3.2.5 Salida en línea recta con guía de derrota

#### 3.2.5.1 Generalidades

El área se construye según se describe en 3.2.4, “Salida en línea recta sin guía de derrota” y se extiende hasta el punto en que los límites intercepten el área correspondiente a la ayuda para la navegación que proporciona la guía de derrota (véanse las Figuras I-3-3-4 a I-3-3-8).

#### 3.2.5.2 Áreas correspondientes a las ayudas para la navegación

Las áreas correspondientes a las ayudas para la navegación, que no sean un localizador, consisten en las partes pertinentes de los trapecios especificados en la Parte II, Sección 2, Capítulos 4 y 6. Se aplica el principio general de áreas secundarias.



### 3.3 SALIDAS CON VIRAJE

#### 3.3.1 Generalidades

3.3.1.1 Cuando una salida requiere un viraje de más de 15° se considera salida con viraje. Los virajes podrán especificarse a determinada altitud/altura, en un punto de referencia o en una instalación.

3.3.1.2 Se presupone el vuelo en línea recta hasta alcanzar, como mínimo, una altura de 120 m (394 ft) [Cat H, 90 m (295 ft)] por encima de la elevación del DER. No se prevén salidas con virajes que requieran un viraje a menos de 120 m (394 ft) [Cat H, 90 m (295 ft)] por encima de la elevación del DER. Cuando el emplazamiento o la altura de los obstáculos impida la construcción de salidas con viraje que satisfagan el criterio de altura mínima para el viraje, se deberían preparar procedimientos de salida locales, en consulta con los explotadores interesados.

3.3.1.3 Las áreas consideradas en el diseño de salidas con viraje se definen como:

- a) área de iniciación de viraje; y
- b) área de viraje.

El área de iniciación de viraje es un área dentro de la cual la aeronave efectúa un ascenso en línea recta para alcanzar el MOC requerido antes del comienzo de un viraje [90 m (295 ft)] [Cat H, 80 m (265 ft)]. El área de viraje es el área en la que se considera que la aeronave vira.

#### 3.3.2 Área de iniciación de viraje

3.3.2.1 Para aviones, el área de iniciación de viraje comienza en un punto a 600 m del principio de la pista. Para helicópteros, el área de iniciación de viraje comienza al principio del área disponible para pista, o al principio de la pista. Desde el comienzo del área de iniciación de viraje hasta el DER, el área tiene 300 m de anchura (Cat H, 90 m).

3.3.2.2 Si la carta de salida prohíbe los virajes antes del DER, el área de iniciación de viraje comienza en el DER. Para helicópteros, el límite anterior para una salida con viraje se puede situar en una posición apropiada a lo largo de la pista/FATO.

3.3.2.3 El área de iniciación de viraje termina en el TP. El TP puede definirse como:

- a) la tolerancia del punto de referencia anterior al punto de referencia TP (viraje en un punto de viraje designado); o
- b) la posición en que la PDG alcanza la altitud/altura de viraje especificada.

3.3.2.4 El TP no puede estar situado más cerca del DER que la distancia requerida en la PDG para alcanzar los 120 m (394 ft) [Cat H, 90 m (295 ft)] o la altitud/altura de viraje especificada, de ambas la mayor. El área de iniciación de viraje es idéntica al área asociada a una salida en línea recta sin guía de derrota, según se describe en 3.2.4, “Salida en línea recta sin guía de derrota”. (Véanse las Figuras I-3-3-9 y I-3-3-10).

#### 3.3.3 Área de viraje

El área de viraje se construye de igual forma que el área de aproximación frustrada con viraje (véase la Sección 4, Capítulo 6, 6.4, “Aproximación frustrada con viraje”). Los límites interior y exterior del área de viraje se construyen según se especifica en 3.2, “Construcción del límite interior del viraje” y 3.3, “Construcción del límite exterior del viraje” de la Sección 2, Capítulo 3, “Construcción del área de viraje”.

### 3.3.4 Parámetros de viraje

Las áreas de viraje se basan en los siguientes parámetros:

- a) *altitud*:
  - 1) *viraje designado a una altitud/altura dada*: altitud/altura de viraje;
  - 2) *viraje en un punto de viraje designado*: elevación del aeródromo más el 10% desde el DER hasta el punto de viraje (es decir, permitir un ascenso del 10%);
- b) *temperatura*: ISA + 15°C correspondiente a a);
- c) *velocidad indicada*: En la Sección 4, Capítulo 1, Tablas I-4-1-1 y I-4-1-2, la velocidad correspondiente a la “aproximación frustrada final” para la categoría de aeronaves correspondiente, sumándose un 10% a fin de tener en cuenta la mayor masa de la aeronave a la salida. Sin embargo, cuando la operación exija evitar obstáculos, se podrían utilizar velocidades reducidas que no sean inferiores a 1,1 veces la IAS correspondiente a la “aproximación frustrada intermedia” de la Sección 4, Capítulo 1, Tablas I-4-1-1 y I-4-1-2, siempre que en el procedimiento se indique “Viraje de salida limitado a la IAS máxima de \_\_\_\_\_ km/h (kt)”. Para verificar el efecto operacional de una limitación a la velocidad, se compara el valor de la velocidad con la velocidad obtenida estadísticamente, según lo publicado en el Apéndice del Capítulo 3;
- d) *velocidad verdadera*: la IAS en c) con un ajuste por altitud a) y por temperatura b);
- e) *viento*: si se tienen datos estadísticos del viento, el viento máximo de cualquier dirección en el margen de probabilidades del 95%. Si no se tienen tales datos, se debe considerar un viento de 56 km/h (30 kt) de cualquier dirección;
- f) *ángulo de inclinación lateral*: promedio de 15°;
- g) *tolerancia del punto de referencia*: la correspondiente al tipo de punto de referencia;
- h) *tolerancias técnicas de vuelo*: una distancia equivalente a 6 segundos de vuelo (3 segundos de tiempo de reacción del piloto y otros 3 segundos para establecer la inclinación lateral) a la velocidad especificada [véase c)]. En este capítulo, este valor se representa con la letra c; y
- i) *áreas secundarias*: se especifican áreas secundarias cuando se cuenta con guía de derrota.

### 3.3.5 Viraje a una altitud/altura especificada

#### 3.3.5.1 Generalidades

Se puede prescribir un viraje al alcanzar determinada altitud/altura para adaptarse a las situaciones en que hay:

- a) un obstáculo situado en dirección de la salida en línea recta que hay que evitar; y/o
- b) un obstáculo situado a un lado de la derrota de salida en línea recta, que hay que sobrevolar después del viraje.

#### 3.3.5.2 Cálculos de altitud o altura de viraje

Se selecciona una altitud/altura de viraje que proporcione un punto de viraje que asegure que la aeronave evita el obstáculo situado por delante en línea recta, o sobrevuela el obstáculo a un lado de la derrota con el MOC requerido. La altura de viraje (TNH) se calcula mediante la fórmula siguiente:

$$TNH = d_r PDG + 5 \text{ m (16 ft)}$$

donde:  $d_r$  es la distancia horizontal desde el DER hasta el TP; y

PDG es la pendiente de diseño del procedimiento.

### 3.3.5.3 Cálculo del margen de franqueamiento de obstáculos

- a) *Área de iniciación de viraje.* El margen mínimo de franqueamiento de obstáculos en el área de iniciación de viraje se calcula utilizando la distancia horizontal desde el DER medida a lo largo de la derrota nominal, al diseñar la PDG. (Véase el Capítulo 2, 2.5, “Margen mínimo de franqueamiento de obstáculos”). Nótese que un viraje puede comenzar a una altitud de viraje especificada, y que la performance normal de la aeronave se alcanzará a menudo en esta altitud antes del final del área de iniciación de viraje (TP). Por lo tanto, se debe prever también el margen mínimo de franqueamiento de obstáculos para el viraje sobre todos los obstáculos en el área de iniciación de viraje. Este criterio se cumplirá si la elevación máxima del obstáculo en el área de iniciación de viraje es:

1) elevación/altura máxima del obstáculo =  $TNA/H - 90 \text{ m (295 ft)}$  para aviones; y

2) elevación/altura máxima del obstáculo =  $TNA/H - 80 \text{ m (265 ft)}$  para helicópteros.

- b) *Área de viraje.* El margen mínimo de franqueamiento de obstáculos en el área de viraje se calcula de la siguiente forma:

- 1) *Obstáculos situados antes del TP (línea K).* El MOC es el mayor entre el MOC mínimo para viraje [ $90 \text{ m (295 ft)}$ ] [(Cat H,  $80 \text{ m/265 ft}$ )] y  $0,008 (d_r^* + d_o)$ , donde:

$d_r^*$  es la distancia medida a lo largo de la derrota de salida que corresponde al punto, en el límite del área de iniciación de viraje, donde se mide la distancia  $d_o$ , y

$d_o$  es la distancia más corta desde el límite del área de iniciación de viraje hasta el obstáculo.

- 2) *Obstáculos situados después del TP (línea K).* El MOC es el mayor entre el MOC mínimo para viraje [ $90 \text{ m (295 ft)}$ ] [(Cat H,  $80 \text{ m/265 ft}$ )], y  $0,008 (d_r + d_o)$ , donde:

$d_r$  es la distancia horizontal desde el DER hasta la línea K, y

$d_o$  es la distancia más corta desde el límite del área de iniciación de viraje hasta el obstáculo.

Véanse las Figuras I-3-3-9 y I-3-3-10.

La elevación/altura máxima permisible de un obstáculo en el área de viraje se puede calcular con la fórmula:

$$\text{Elevación/altura máxima del obstáculo} = TNA/H + d_o PDG - MOC$$

## 3.3.6 Viraje en un TP designado

### 3.3.6.1 Generalidades

Se escoge un TP designado para permitir a las aeronaves evitar un obstáculo situado por delante en línea recta. Los criterios relativos a la salida en línea recta se aplican hasta el TP anterior.

### 3.3.6.2 Tolerancia del punto de viraje

3.3.6.2.1 Los límites longitudinales de la tolerancia del TP son:

- a) límite anterior, el final del área de iniciación de viraje (línea K); y
- b) límite posterior, determinado por:
  - 1) línea K más;
  - 2) tolerancia del punto de referencia TP más; y
  - 3) tolerancia técnica de vuelo  $c$ , y  $c$  se calcula de conformidad con 3.3.4 h).

3.3.6.2.2 Si el TP está definido por el paso por encima de una ayuda para la navegación, la tolerancia del punto de referencia se calcula a la elevación del DER más el 10% de la distancia desde el DER al TP (es decir, tomando en consideración una pendiente de ascenso del 10%). Si el TP está definido por una distancia DME, el ángulo máximo que pueden formar la línea que une el TP con la instalación DME y la derrota nominal de salida no excederá de 23°. (Véanse la Sección 2, Capítulo 2, 2.4.3, “Puntos de referencia para VOR o NDB con DME” y la Figura I-2-2-1).

### 3.3.6.3 Construcción

- a) *Límite interior.* El límite interior de un área de viraje se construye de acuerdo con la Sección 2, Capítulo 3, “Construcción del área de viraje”.
- b) *Límite exterior.* El límite exterior del área de viraje:
  - 1) comienza en la tolerancia posterior del TP [véanse también las Figuras I-3-3-11, a) b) c) y d)]; y
  - 2) continúa por la espiral de viento o círculos limitadores contruidos según la Sección 2, Capítulo 3, “Construcción del área de viraje”; y hasta el punto (P) en que la tangente viene a ser paralela a la derrota nominal después del viraje. En las Figuras I-3-3-11 c) y d) respectivamente se muestran ejemplos de virajes con guía de derrota después del viraje, volando hacia o desde una instalación.
- c) *Para virajes de más de 90°* el área de viraje se construye según se muestra en la Figura I-3-3-12.

### 3.3.6.4 Franqueamiento de obstáculos en el área de viraje

A fin de asegurar que se ha previsto el margen mínimo de franqueamiento de obstáculos en el área de viraje, utilícese la siguiente ecuación para comprobar la altura máxima de un obstáculo en el área de viraje, por encima de la elevación del DER:

$$\text{Altura máxima del obstáculo} = \text{PDG}(d_r + d_o) + H - \text{MOC}$$

donde:  $d_o$  = distancia más corta desde el obstáculo hasta la línea K-K [véase la Figura I-3-3-11 c)]

$d_r$  = distancia horizontal desde el DER hasta la línea K-K (TP anterior)

PDG = pendiente de diseño del procedimiento publicada

H = altura de la OIS en el DER (5 m o 16 ft)

MOC = 0,008 ( $d_r + d_o$ ) y 90 m (295 ft), la cifra superior [Cat H, 80 m (265 ft)].

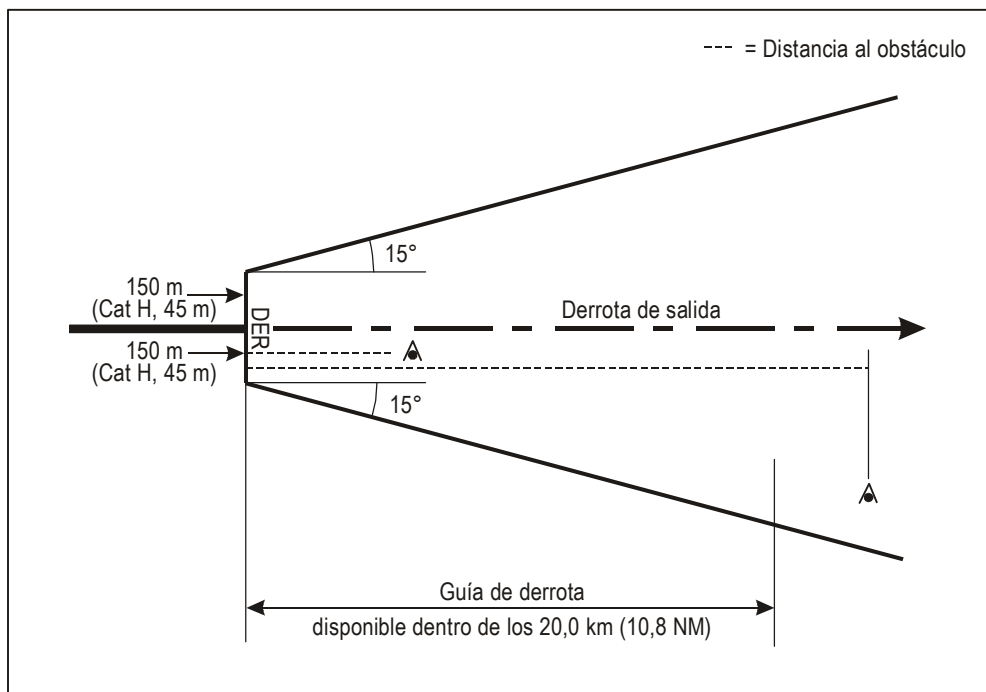


Figura I-3-3-1. Área de salida en línea recta sin guía de derrota

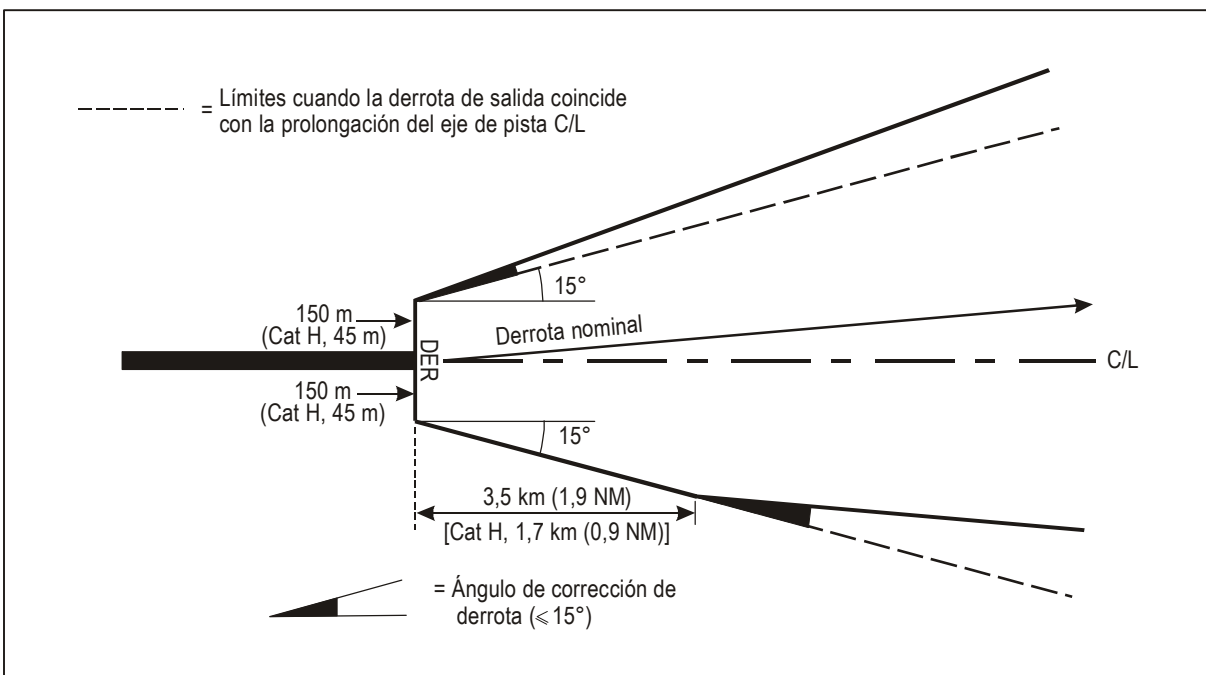
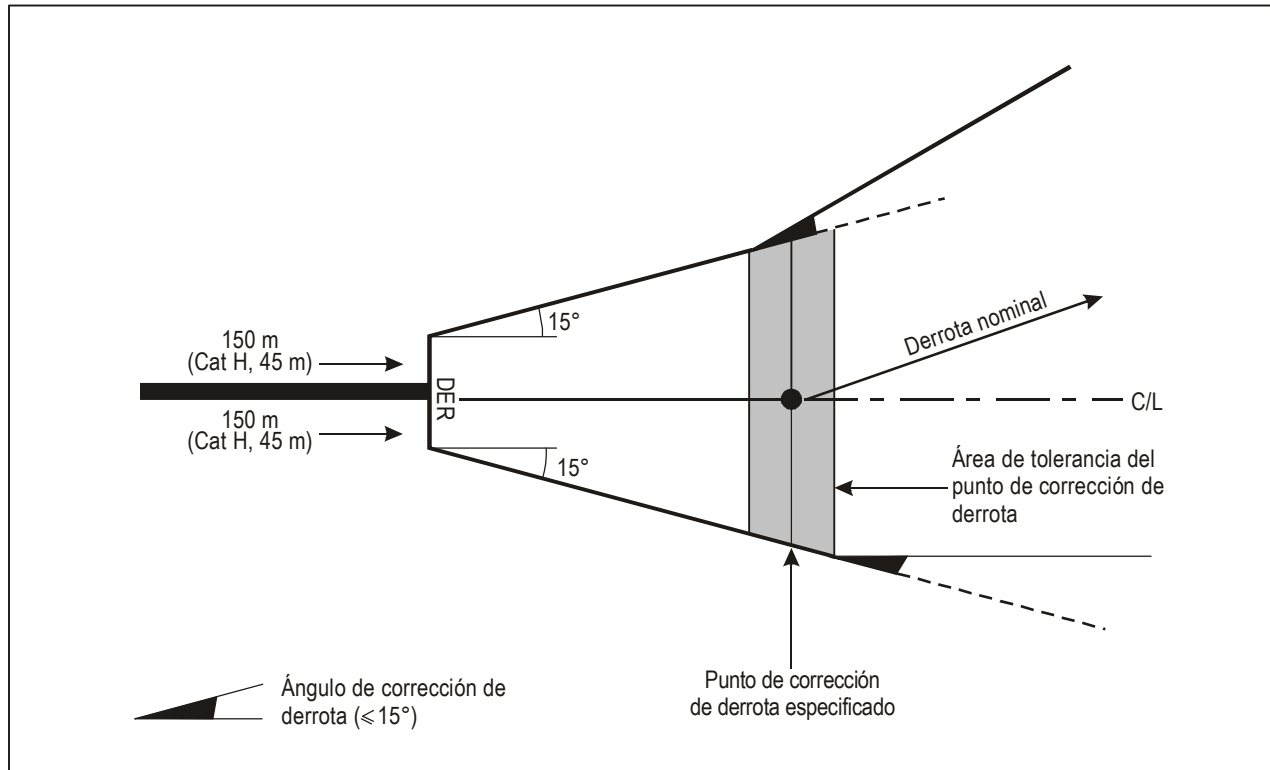
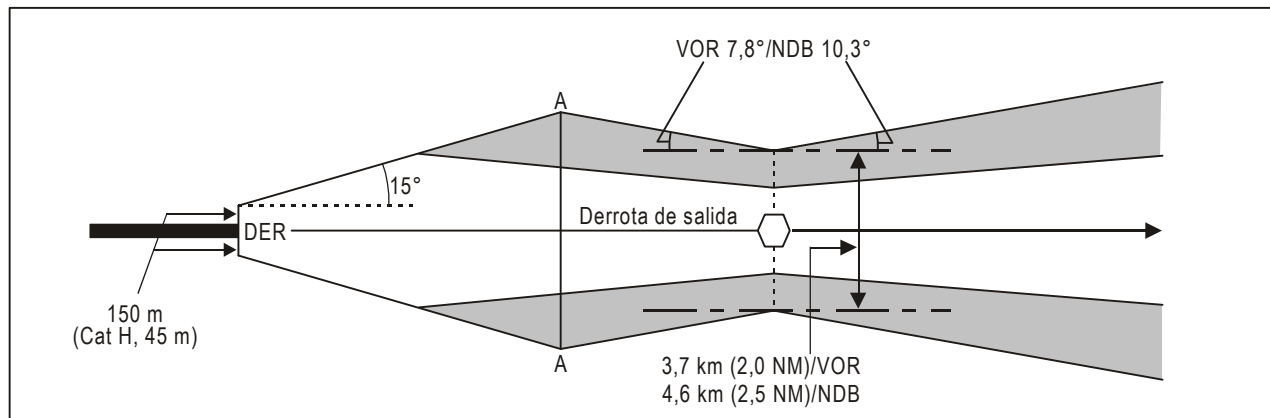


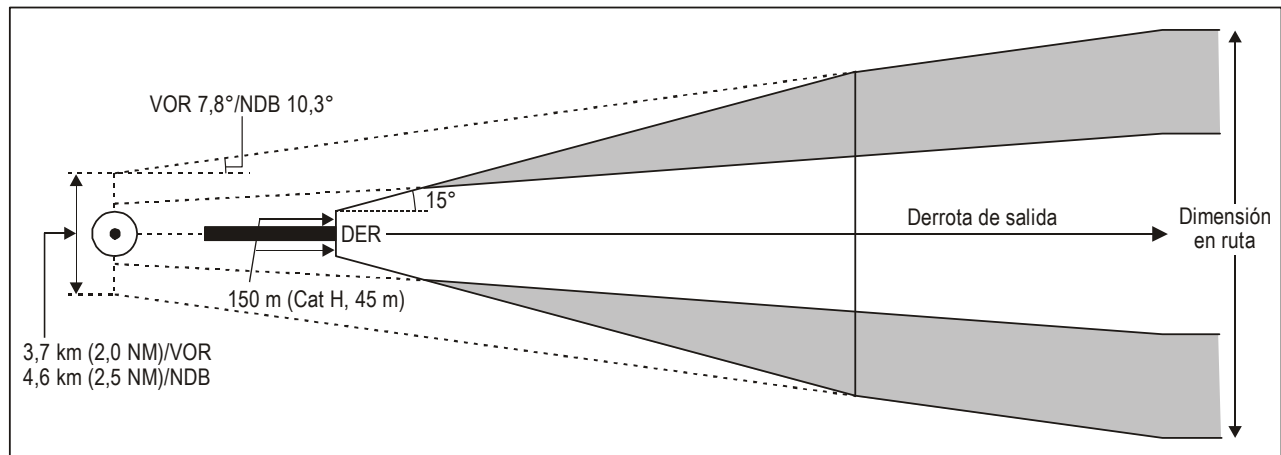
Figura I-3-3-2. Área de salida en línea recta con corrección de derrota (sin especificar el punto de corrección de derrota)



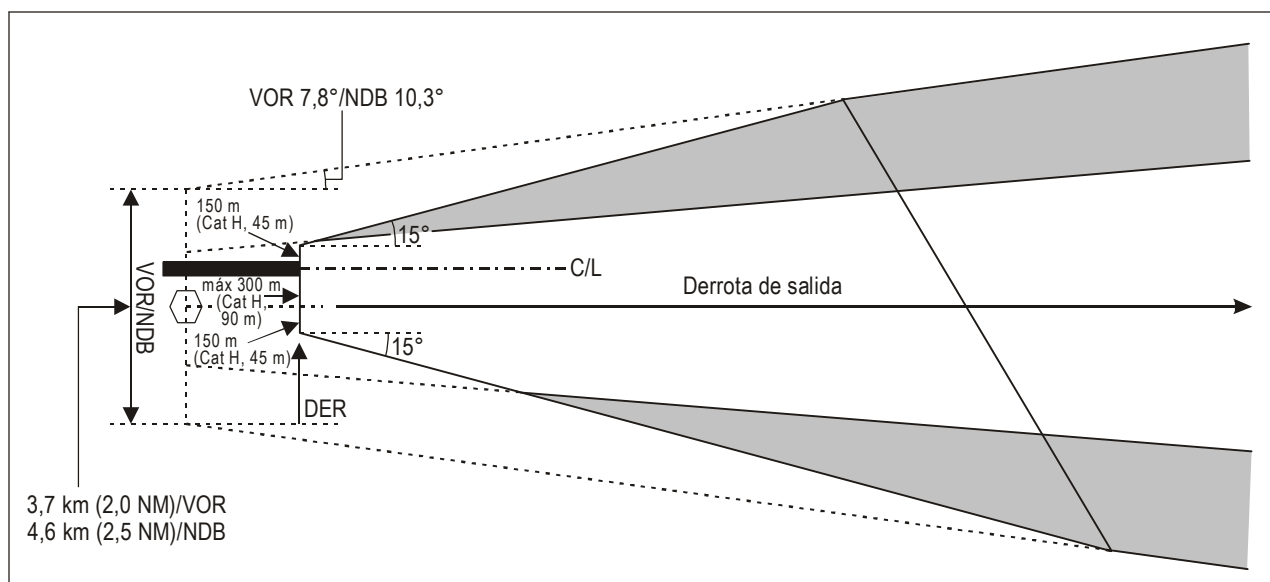
**Figura I-3-3-3. Área de salida en línea recta con punto de corrección de derrota especificado**



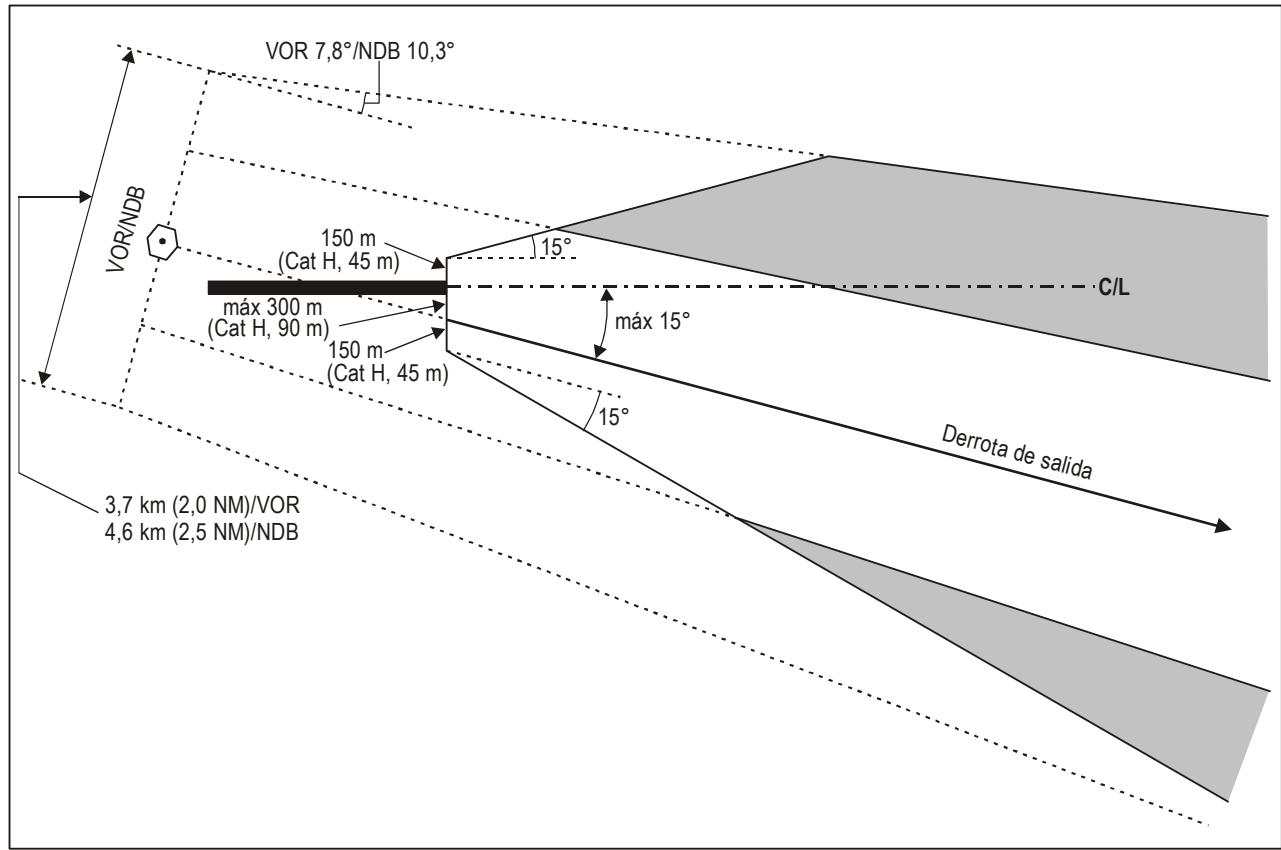
**Figura I-3-3-4. Salida en línea recta (con la instalación por delante)**



**Figura I-3-3-5. Salida en línea recta (con la instalación por detrás)**

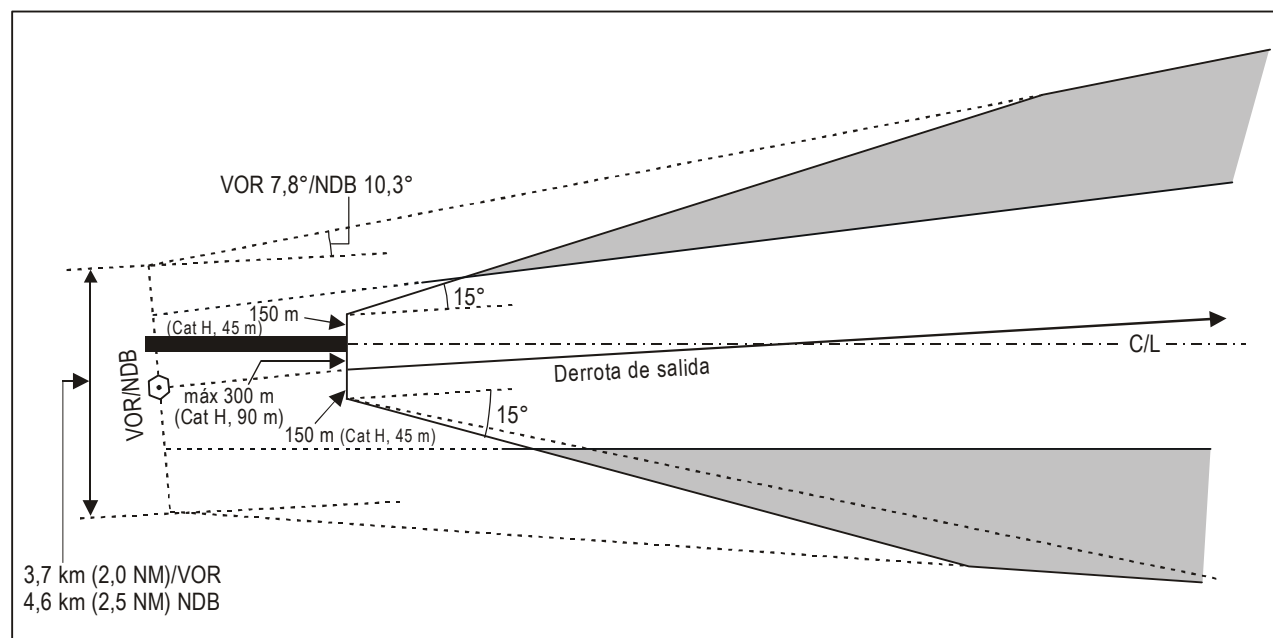


**Figura I-3-3-6. Salida en línea recta con derrota de salida desplazada  
(derrota paralela a la dirección de la pista)**



**Figura I-3-3-7. Salida en línea recta con derrota de salida desplazada (derrota divergente de la dirección de la pista)**





**Figura I-3-3-8. Salida en línea recta con derrota de salida desplazada (derrota que cruza la dirección de la pista)**

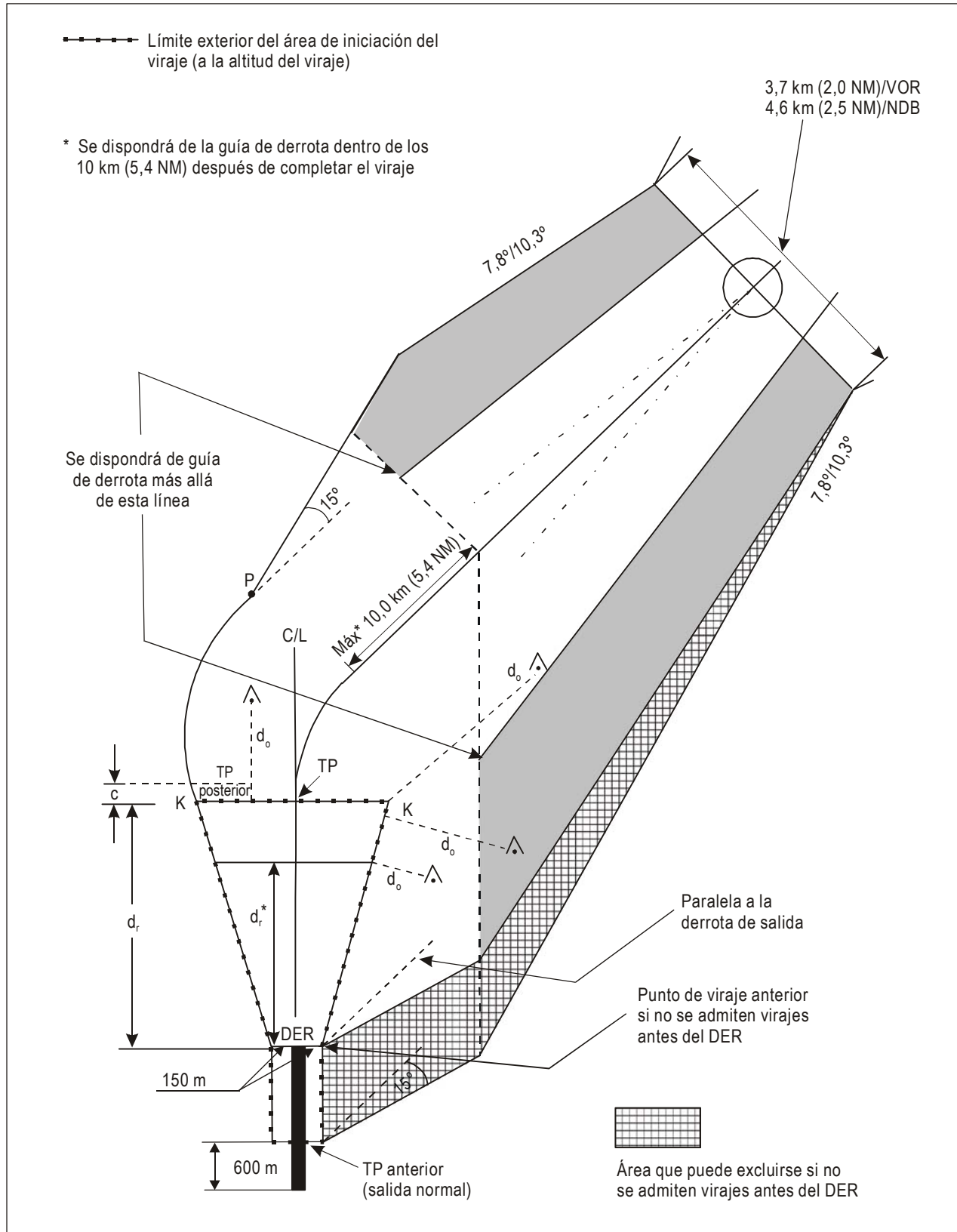


Figura I-3-3-9. Salida con viraje — viraje a una altitud dada

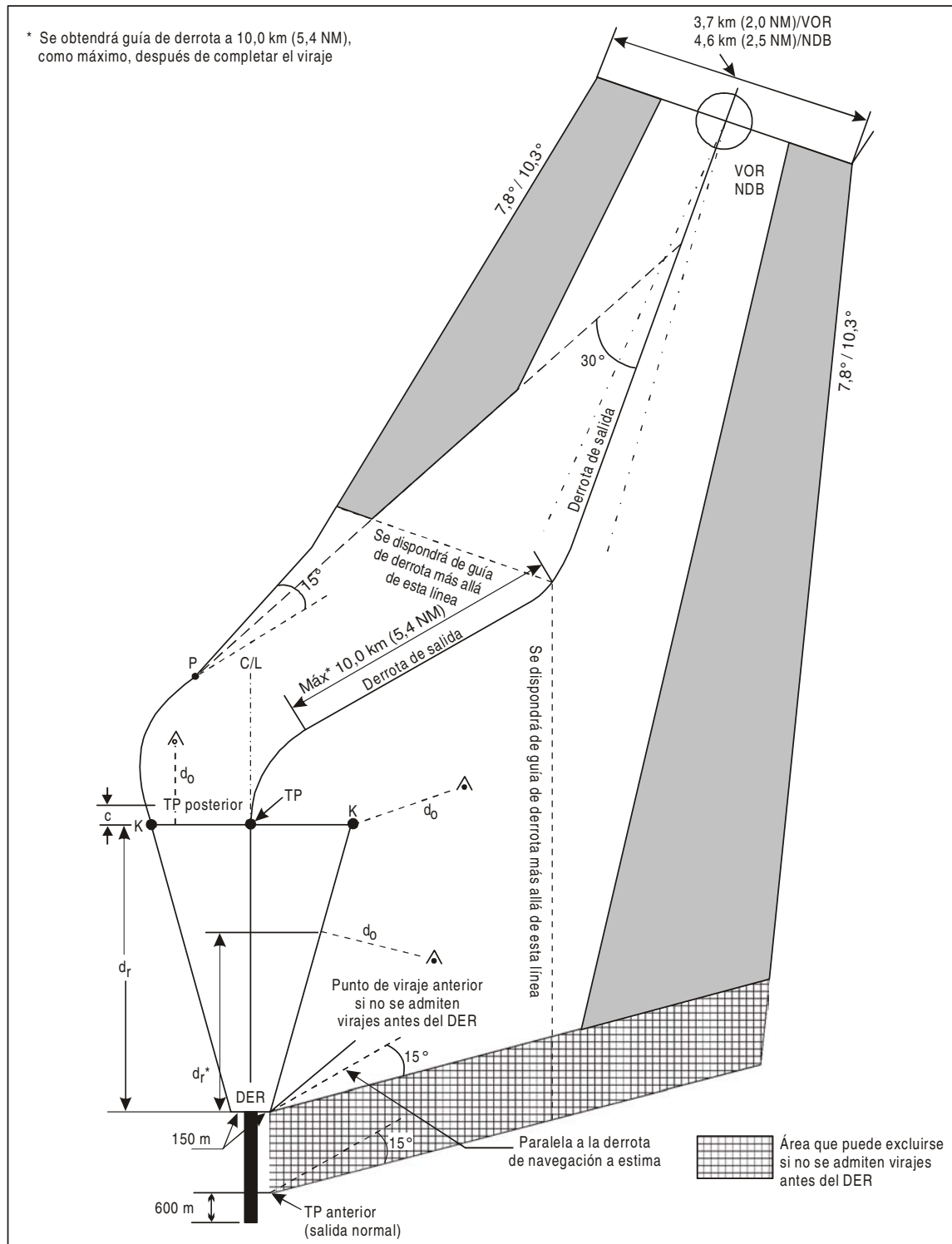
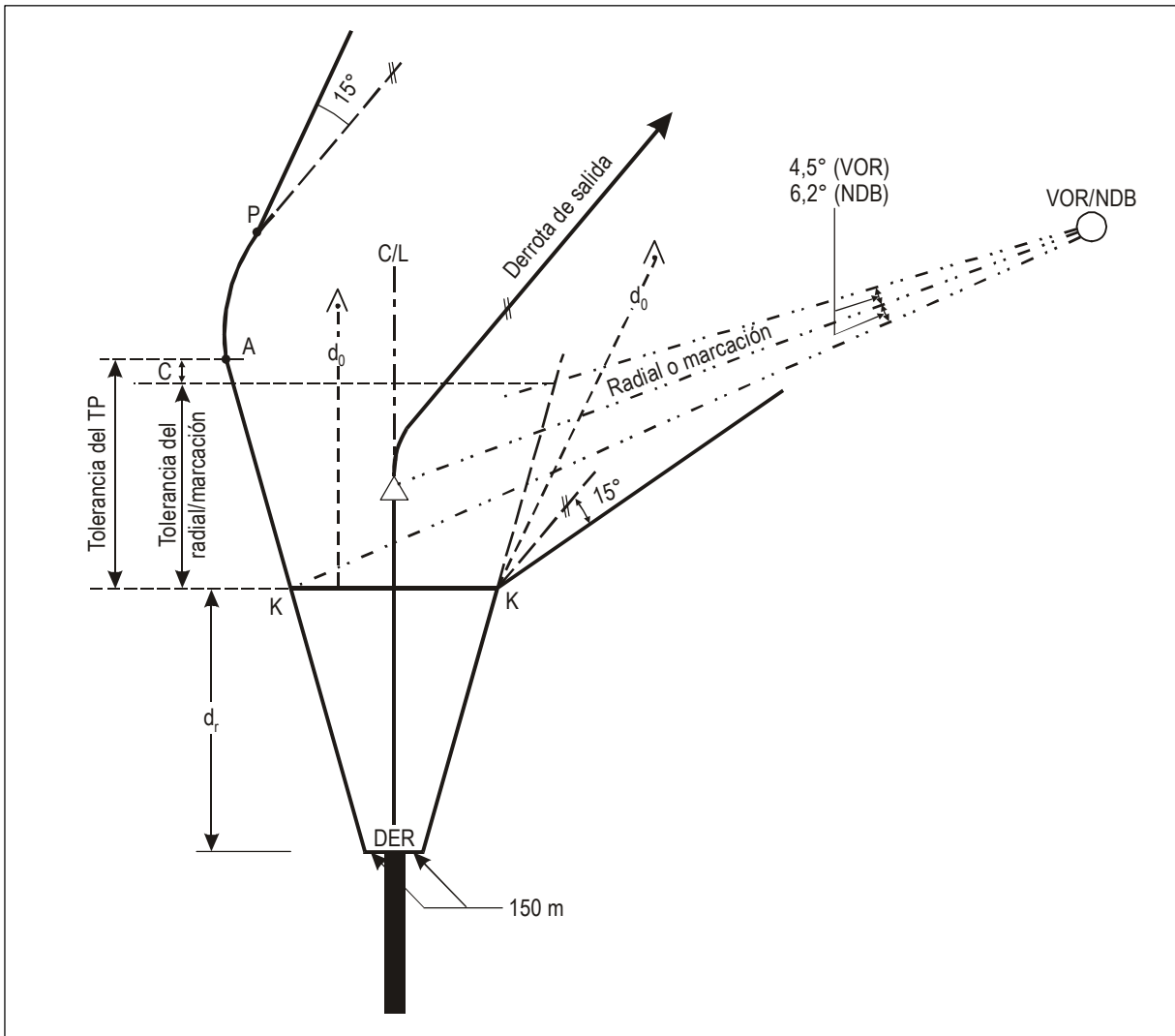
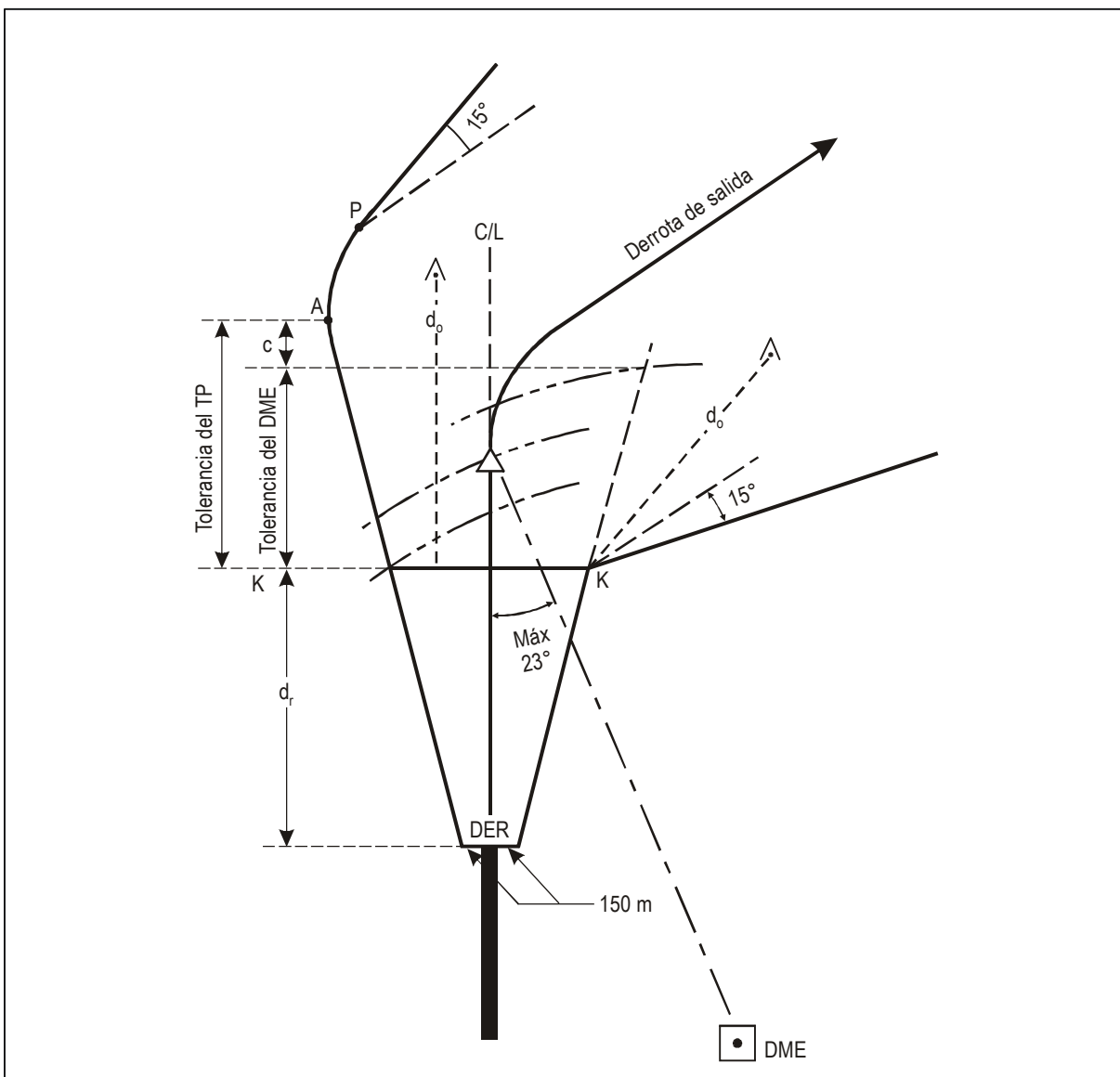


Figura I-3-3-10. Salida con viraje — viraje a una altitud dada



**Figura I-3-3-11 a). Salida con viraje sin sobrevolar una instalación — área de tolerancia del punto de viraje definida por la intersección con un radial**



**Figura I-3-3-11 b). Punto de viraje no definido por el sobrevuelo de una instalación (o punto de referencia RNAV)**

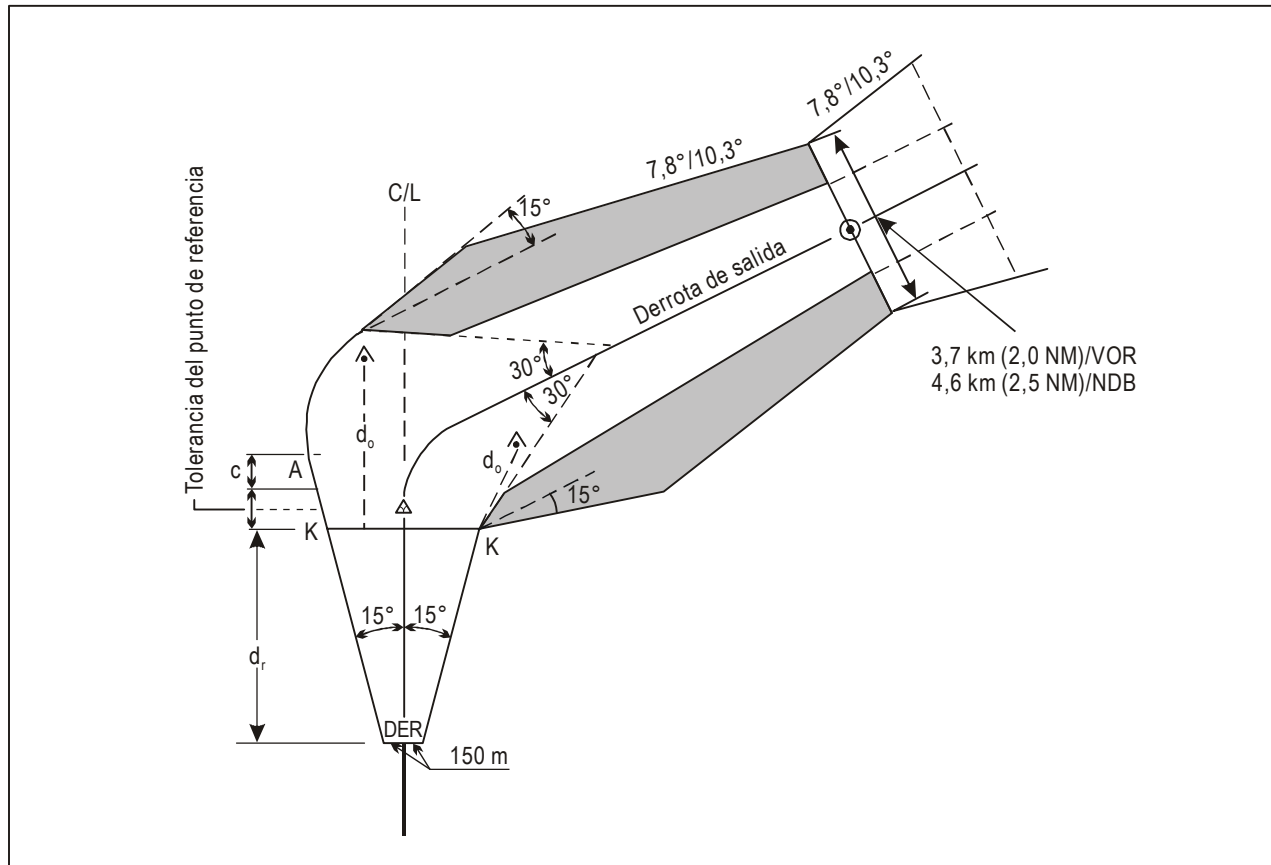


Figura I-3-3-11 c). Salida con viraje — viraje en un punto de referencia

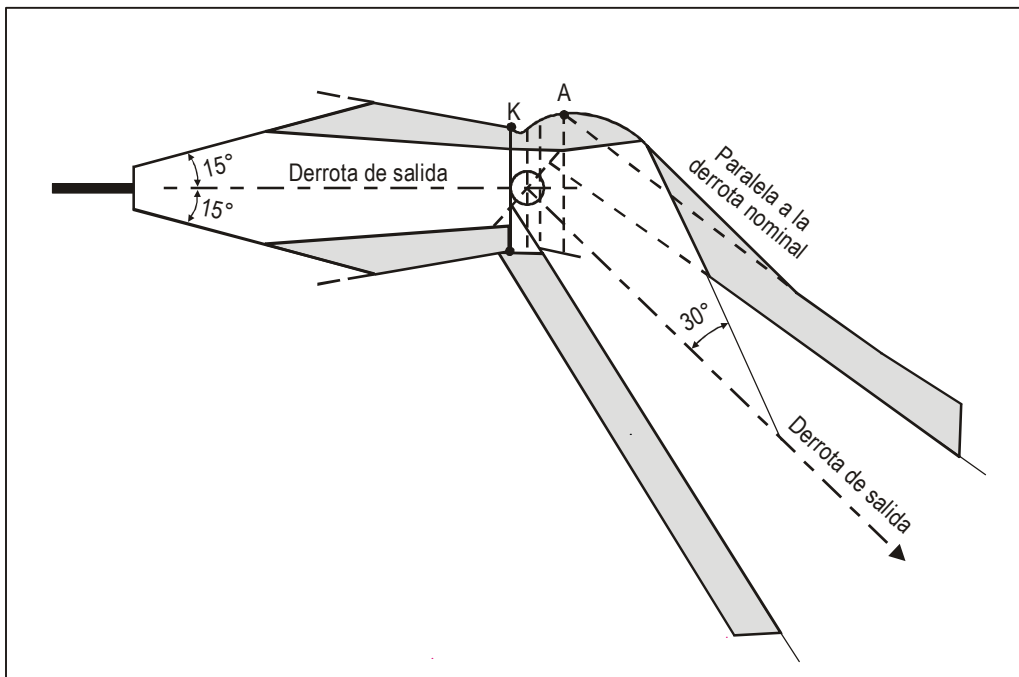


Figura I-3-3-11 d). Salida con viraje — viraje por encima de una instalación

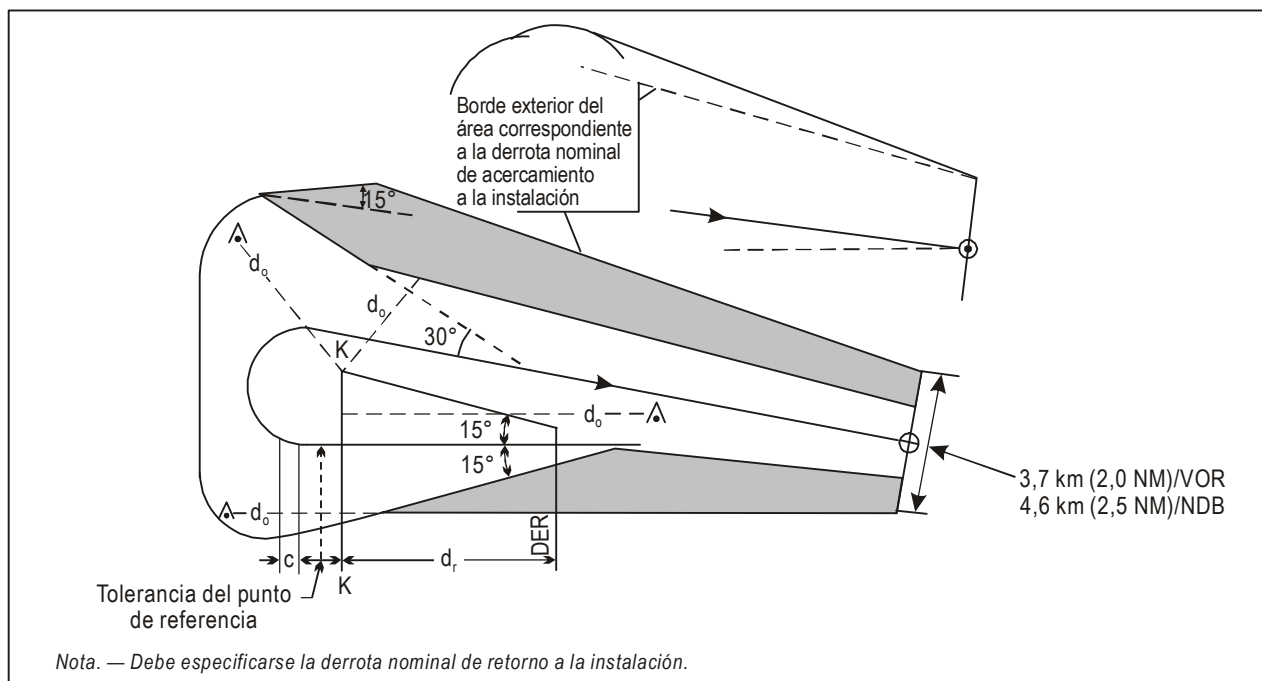


Figura I-3-3-12. Salida con viraje — viraje de más de 90°





## **Apéndice del Capítulo 3**

### **TEXTO DE ORIENTACIÓN SOBRE CUESTIONES AMBIENTALES**

#### **1. GENERALIDADES**

Si bien a los diseñadores de procedimientos les preocupan fundamentalmente los criterios de franqueamiento de obstáculos, hay otros elementos importantes en el diseño de procedimientos, a saber, los requisitos del espacio aéreo, los requisitos operacionales ATS, en muchos casos los requisitos ambientales impuestos por las organizaciones gubernamentales. En este apéndice se proporciona orientación para que el diseñador de procedimientos pueda ajustarse al número cada vez mayor de limitaciones ambientales impuestas al diseño de nuevas rutas de salida.

#### **2. COOPERACIÓN CON LOS COMITÉS DE ATENUACIÓN DEL RUIDO EN LA PLANIFICACIÓN DE RUTAS DE SALIDA**

2.1 En varios Estados, se han establecido comités para minimizar la perturbación causada a la población local por el ruido de aeronaves. Los miembros de estos comités varían según los Estados, entre ellos cabe incluir a los ciudadanos que representan a los habitantes de las comunidades o pueblos locales, las autoridades locales y los usuarios de los aeropuertos y del espacio aéreo, tales como explotadores de aeropuertos, proveedores de servicios de tránsito aéreo y líneas aéreas.

2.2 Las tareas y la importancia de estos comités también varían según los Estados. Algunas veces deben desempeñar un papel meramente consultivo, en otros casos pueden actuar como órgano de decisión. Generalmente la ley determina también la medida en que los comités locales de atenuación del ruido están incluidos en la planificación e introducción de nuevas rutas de salida y los procedimientos requeridos para ello.

2.3 La seguridad tendrá siempre la prioridad más alta, aunque las autoridades competentes de cada Estado podrían establecer prioridades subordinadas respecto a la capacidad o protección del medio ambiente. Cuando un comité de atenuación del ruido, que puede no tener conocimientos adecuados de diseño de procedimientos, participa en la elaboración de procedimientos de salida, es fundamental que la importancia de los criterios de los PANS-OPS para la seguridad operacional sea transparente para este comité. En casos en que un Estado deba desviarse de los PANS-OPS, se recomienda firmemente que se lleve a cabo un estudio aeronáutico para evaluar su efecto en la seguridad operacional. Esto se aplica a todos los casos, aun cuando la presión política para el cambio sea fuerte.

#### **3. EXPANSIÓN O CONCENTRACIÓN DEL RUIDO**

##### **3.1 Generalidades**

3.1.1 Cuando se planifican rutas de salida, generalmente es factible definir el área de contención de aeronaves y su distribución. Esto permite al diseñador de procedimientos concentrar o expandir el ruido de aeronave. Ambos métodos se justifican, dependiendo de la población en las cercanías del aeropuerto.

3.1.2 Concentrar las aeronaves en trayectorias de vuelo predecibles tiene la ventaja de que se pueden evitar las zonas sensibles al ruido. Sin embargo, cuando se aplica este método no siempre es posible evitar todas las zonas pobladas, lo que puede producir situaciones injustas. Este es especialmente el caso de zonas cercanas a un aeropuerto que están todas densamente pobladas en el mismo grado; por lo tanto, algunas veces expandir el ruido podría considerarse como una alternativa.

3.1.3 La decisión de expandir o concentrar el ruido de aeronave — o combinar ambos métodos — debería tomarse siempre para cada aeropuerto en particular, teniendo así en cuenta la densidad de la población y las recomendaciones del correspondiente comité de atenuación del ruido.

### **3.2 Métodos para expandir el ruido de aeronaves**

En la planificación de rutas de salida, para lograr una distribución natural de aeronaves y expandir el ruido de éstas se pueden emplear los siguientes métodos:

- a) determinación de diferentes rutas SID, por ejemplo, publicando la asignación de SID individuales para uso de ciertos tipos o categorías de aeronaves;
- b) definición de viraje a una altitud en vez de viraje en un punto de viraje, para permitir una distribución natural de las derrotas debido a las diferentes características de ascenso; y
- c) aplicación de “salidas omnidireccionales” asociadas con vectores radar.

### **3.3 Métodos para concentrar el ruido de aeronaves**

3.3.1 El ruido de aeronaves puede concentrarse cuando las rutas de salida se usan con la mayor precisión posible, por lo tanto es conveniente utilizar aeronaves equipadas con RNAV. Dado que todas las rutas de salida (incluidas las rutas ordinarias) están codificadas en las bases de datos de los proveedores para los sistemas FMS de a bordo, es importante que la información que contiene la descripción de la SID se codifique de manera clara e inequívoca para el sistema FMS.

3.3.2 Sin embargo, para que los procedimientos RNAV se puedan realizar con precisión, estarán diseñados teniendo en cuenta las características de performance de la aeronave y, por lo tanto, se aplicarán los criterios de los PANS-OPS.

3.3.3 Además, es muy importante que el diseñador de procedimientos esté consciente de las gamas de capacidades (de performance y de navegación) de las aeronaves que emplearán el procedimiento. Por ejemplo, quizá sea imposible para una aeronave de reacción grande para vuelos de larga distancia seguir un procedimiento de salida diseñado para una aeronave de turbohélice pequeña. Asimismo, específicamente, deberían evitarse los virajes de radio constante al punto de referencia cuando un porcentaje importante del tráfico no tenga esa capacidad.

## **4. TEXTO DE ORIENTACIÓN SOBRE EL ESTABLECIMIENTO DE UNA TRAYECTORIA DE VUELO MEDIA PARA UN PROCEDIMIENTO DE SALIDA**

### **4.1 Introducción**

Cuando sea importante conformarse muy de cerca a una derrota con una precisión deseada, especialmente para salidas con viraje (para fines de atenuación del ruido o limitaciones ATC, etc.), se pueden utilizar como guía los datos estadísticos sobre la performance de las aeronaves para determinar el procedimiento de aeronaves de acuerdo con

la trayectoria de vuelo media. Las performances de aeronave empleadas para determinar la trayectoria de vuelo media no se deben utilizar para cálculos de franqueamiento de obstáculos. Aunque los datos que figuran en la Tabla I-3-3-Ap-1 se basan en un tipo de aeronave de Categoría D, también son aplicables a procedimientos para aeronaves de categoría inferior, con la introducción de un margen adicional aceptable. Para mostrar el efecto de este método, en las Figuras I-3-3-Ap-1, I-3-3-Ap-2, I-3-3-Ap-3 y I-3-3-Ap-4 se ha trazado una trayectoria de vuelo media.

## 4.2 Construcción de la trayectoria de vuelo media deseada

### 4.2.1 Finalidad

Para la salida, se puede trazar la trayectoria de vuelo media deseada que satisfaga, por ejemplo, las limitaciones de ruido o ATC, de conformidad con la velocidad/distancia/ángulo de inclinación lateral de la Tabla I-3-3-Ap-1. La finalidad de la tabla es orientar acerca de una velocidad realista. Por ejemplo, cuando se considere una limitación de velocidad, se podrá verificar si el límite causaría un problema en las operaciones. En el cálculo del procedimiento RNAV se puede utilizar esta tabla como orientación para determinar la distancia mínima de estabilización.

### 4.2.2 Descripción de la tabla

4.2.1.1 La velocidad indicada (IAS), el ángulo de inclinación lateral y la altura por encima del aeródromo se pueden encontrar en función de la distancia desde el DER. Se debe aplicar la distancia “a lo largo de la derrota” desde el DER hasta el punto de viraje/punto de recorrido. Cuando se requiera restringir a una velocidad inferior la velocidad correspondiente a una determinada distancia en la tabla de velocidades, dicha velocidad sustituye a la de la tabla.

4.2.2.2 Para convertir valores de IAS a TAS (empleándose la Sección 2, Apéndice del Capítulo 1), se debe tener en cuenta el ascenso de la aeronave. Para la conversión de IAS a TAS, deberá usarse el valor de altitud de la Tabla I-3-3-Ap-1 del Apéndice del Capítulo 1. Se aplica una pendiente de ascenso del 7% empezando desde el DER. Si para fines de franqueamiento de obstáculos se empleara una pendiente de diseño del procedimiento superior al 7%, o si se requiere una pendiente de ascenso superior por los servicios de tránsito aéreo (ATS), esta pendiente de ascenso sustituye a la pendiente de ascenso supuesta en la tabla.

4.2.2.3 Debido a limitaciones probables en cuanto a ángulos de inclinación lateral como función de la altitud en la fase inicial del procedimiento de salida se aplica:

- a) un ángulo de inclinación lateral de 15° hasta 305 m (1 000 ft); y
- b) un ángulo de inclinación lateral de 25° a partir de 915 m (3 000 ft) en adelante.

Puesto que los radios de viraje resultantes están influenciados por un ángulo de inclinación lateral distinto, se utiliza un ángulo de inclinación lateral de 20° para una transición más suave entre 305 m (1 000 ft) y 915 m (3 000 ft).

## 5. APOYO DE HERRAMIENTAS DE SOPORTE LÓGICO

Existen herramientas de soporte lógico que el diseñador de procedimientos puede usar para optimizar la atenuación del ruido en el diseño de rutas de salida. Entre las características de esas herramientas de apoyo cabe mencionar:

- a) consideración científica de la densidad de población y cálculo de rutas con un ruido mínimo;
- b) presentación de derrota de vuelo reales en mapas topográficos; y
- c) evaluación de la posibilidad de realizar un procedimiento mediante simulación por computadora.

**Tabla I-3-3-Ap-1. Determinación de la trayectoria de vuelo media**  
[Distancia en km (NM), altura en m (ft), ángulo de inclinación lateral en grados, velocidad IAS en km/h (kt)]

Distancia desde el DER	1,9 (1)	3,7 (2)	5,6 (3)	7,4 (4)	9,3 (5)	11,1 (6)	13 (7)	14,8 (8)	16,7 (9)	18,5 (10)	20,4 (11)	22,2 (12)	24,1 (13)	25,9 (14)	27,8 (15)	29,6 (16)	31,5 (17)	33,3 (18)	35,2 (19)	37 (20)	38,9 (21)	40,7 (22)	42,6 (23)	44,4 (24)	46,3 (25)
Altura por encima de la pista	130 (425)	259 (850)	389 (1 275)	518 (1 700)	648 (2 125)	777 (2 550)	907 (2 976)	1037 (3 401)	1167 (3 827)	1296 (4 252)	1476 (4 817)	1556 (5 103)	1685 (5 528)	1815 (5 953)	1945 (6 379)	2074 (6 804)	2204 (7 229)	2334 (7 655)	2463 (8 080)	2593 (8 505)	2723 (8 931)	2892 (9 356)	2982 (9 781)	3112 (10 207)	3241 (10 632)
Ángulo de inclinación lateral	15	15	20	20	20	20	20	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25
Velocidad	356 (192)	370 (200)	387 (209)	404 (218)	424 (229)	441 (238)	452 (244)	459 (248)	467 (252)	472 (255)	478 (258)	483 (261)	487 (263)	491 (265)	493 (266)	494 (267)	498 (269)	502 (271)	504 (272)	511 (276)	515 (278)	519 (280)	524 (283)	526 (284)	530 (286)

*Nota.— La velocidad no será superior a la máxima indicada en las Tablas I-4-1-1 y I-4-1-2.*

Ejemplo:

Datos aplicables:

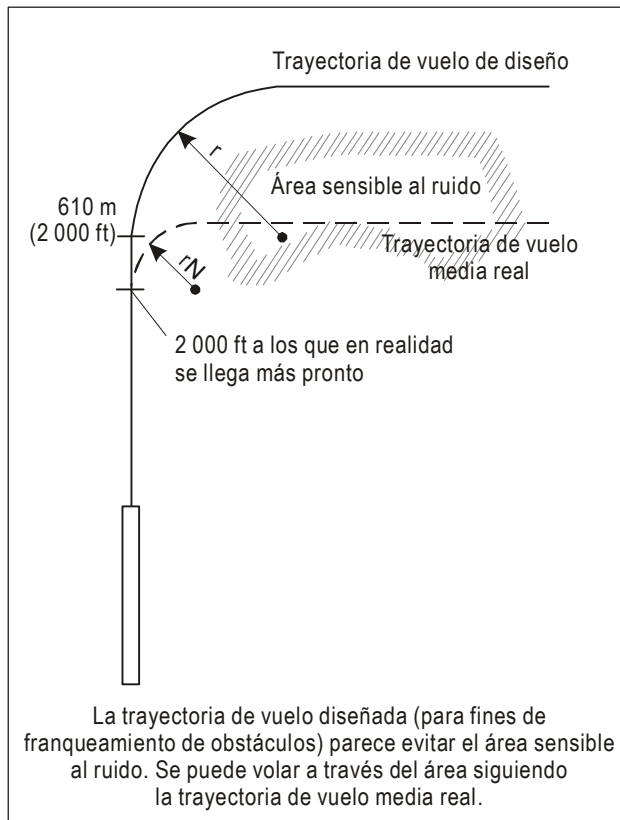
- 1 — Altitud del aeródromo: 715 m (2 346 ft) MSL
- 2 — Viraje requerido después de 31,5 km (17 NM) de derrota recorridos

Buscar en la tabla:

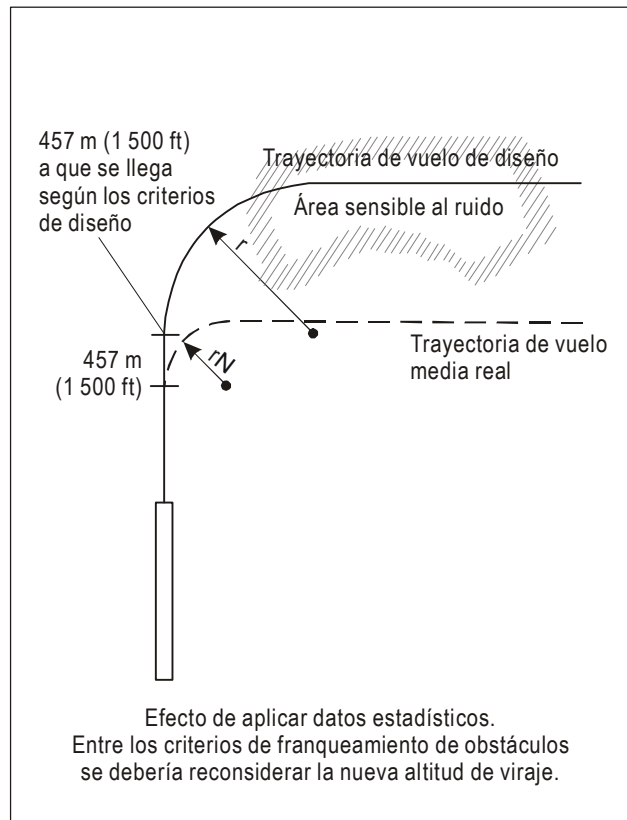
- 1 — La altura supuesta de la aeronave: 2 204 m (7 229 ft) por encima de la elevación del terreno
- 2 — Ángulo de inclinación lateral de 25°
- 3 — Velocidad: 498 km/h (269 kt) IAS

Calcular el radio del viraje:

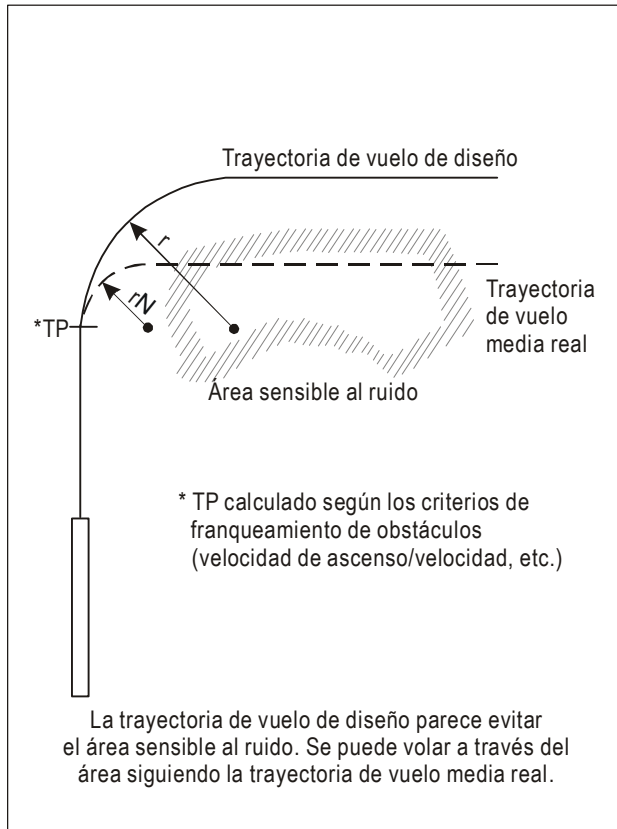
- 1 — Altitud de la aeronave de 715 m (2 346 ft) (elevación del aeródromo) + 2 204 m (7 229 ft) (altura de la aeronave) = 2 919 m (9 575 ft) MSL
- 2 — Factor de conversión de TAS (Sección 2, Apéndice del Capítulo 1) redondeado a 10 000 ft: 1,1958
- 3 — TAS: 498 km/h (269 kt)  $\times$  1,1958 = 596 km/h (322 kt)
- 4 — Trayectoria de vuelo media con radio de viraje de 6 km (3,24 NM) (véase la Sección 2, Capítulo 3, párrafo 2, “radio de viraje”).



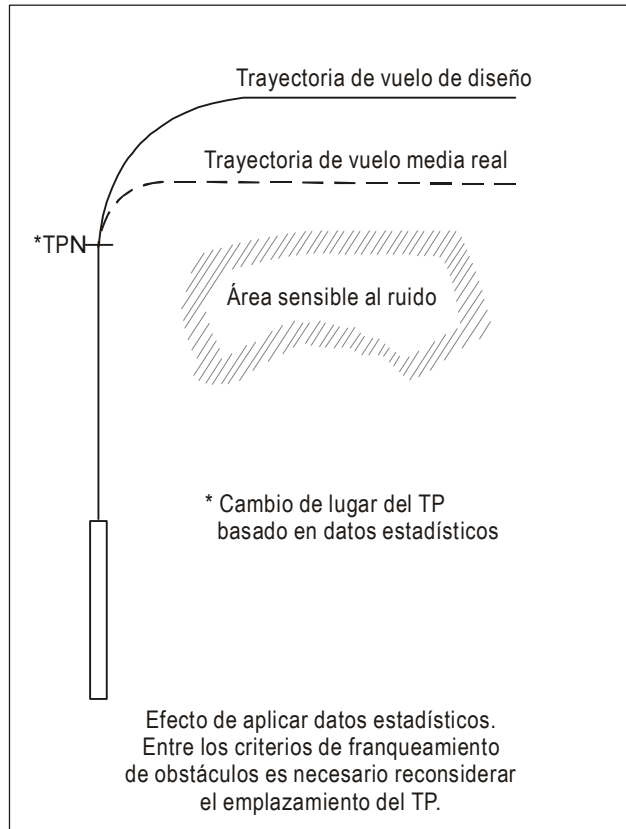
**Figura I-3-3-Ap-1. Viraje a una altitud de viraje designada — procedimiento sin aplicación de datos estadísticos**



**Figura I-3-3-Ap-2. Viraje a una altitud de viraje designada — procedimiento con aplicación de datos estadísticos**



**Figura I-3-3-Ap-3. Viraje en un TP designado — procedimiento sin aplicación de datos estadísticos**



**Figura I-3-3-Ap-4. Viraje en un TP designado — procedimiento con aplicación de datos estadísticos**

## **Capítulo 4**

### **SALIDAS OMNIDIRECCIONALES**

#### **4.1 GENERALIDADES**

4.1.1 En muchos aeródromos no se requiere una ruta de salida, sea para fines ATC, sea para salvar obstáculos. Sin embargo, en las proximidades del aeródromo puede haber obstáculos que afecten a las salidas, y un procedimiento de salida omnidireccional es un método conveniente y flexible para garantizar el franqueamiento de obstáculos.

4.1.2 Un procedimiento de salida omnidireccional se diseña sobre la base de que una aeronave mantiene la dirección de la pista hasta una altura de 120 m (394 ft) [Cat H, 90 m (295 ft)] por encima de la elevación del DER antes de comenzar un viraje.

4.1.3 Si se requiere altura adicional para franquear obstáculos, la salida en línea recta se continúa hasta alcanzar la altitud/altura de viraje requerida. Se permite un viraje de no más de 15° durante este alargamiento del procedimiento de salida. Al alcanzar la altitud/altura de viraje especificada, se puede efectuar un viraje en cualquier dirección para unirse a un tramo en ruta.

4.1.4 Una salida omnidireccional puede especificar sectores con limitaciones de altitud o de PDG, o puede especificar sectores que se han evitar. Las salidas omnidireccionales se publicarán de conformidad con el Capítulo 5.

#### **4.2 ÁREAS**

##### **4.2.1 Área de iniciación de viraje**

En los virajes omnidireccionales, el área de iniciación de viraje se divide en dos áreas: área 1 y área 2.

###### **4.2.1.1 *Área 1***

El área de iniciación de viraje es tal como se describe en el Capítulo 3, hasta el punto en que el PDG alcanza la altura de viraje mínima (120 m/394 ft, Cat H, 90 m/295 ft). Esta es el área 1. (Véase la Figura I-3-4-1).

###### **4.2.1.2 *Área 2***

Pasado ese punto, el área de iniciación de viraje se ensancha en un ángulo de 30° hacia la derrota de salida, hasta que se alcanza la altitud/altura de viraje especificada. Esta es el área 2. (Véase la Figura I-3-4-1). Se pueden hacer correcciones de derrota de 15° o menos.

### **4.2.2 Área de viraje (área 3)**

4.2.2.1 El área de viraje (área 3) permite salidas con virajes de más de 15° (véase la Figura I-3-4-2) y abarca la parte restante de un círculo cuyo centro se encuentra en un punto sobre el eje de la pista, a 600 m del comienzo del despegue (Cat H, el principio de la pista o de la FATO).

4.2.2.2 El radio del círculo está determinado por la distancia requerida en la PDG para alcanzar el nivel del siguiente tramo en ruta o la MSA.

## **4.3 IDENTIFICACIÓN DE OBSTÁCULOS**

### **4.3.1 OIS del área de iniciación de viraje**

Una OIS de 2,5% (Cat H, 4,2%) se extiende desde 5 m (16 ft) por encima de la elevación del DER hasta el final del área de iniciación de viraje.

### **4.3.2 Identificación de obstáculos en el área de viraje**

4.3.2.1 Un obstáculo en el área de viraje será considerado si penetra en una pendiente de 2,5% (Cat H, 4,2%) que empieza en el límite del área de iniciación de viraje a una altura de 90 m/295 ft (Cat H, 80 m/265 ft) por encima de la elevación del DER. La pendiente se calcula tomando la distancia más corta desde el límite del área de iniciación de viraje hasta el obstáculo.

4.3.2.2 A menos que el procedimiento prohíba virajes antes del DER, para este fin se incluirá en el área de iniciación de viraje un área que empieza a 600 m desde el comienzo del despegue hasta el DER y se extiende 150 m a cada lado del eje de pista. (Para helicópteros, esta área empieza en el principio de la pista o en el área disponible para el despegue y se extiende 45 m a cada lado de la pista/FATO). (Véase el límite punteado en la Figura I-3-4-2).

## **4.4 FRANQUEAMIENTO DE OBSTÁCULOS**

### **4.4.1 Franqueamiento de obstáculos en el área de iniciación de viraje**

El margen de franqueamiento de obstáculos en el área de iniciación de viraje es el que requiere el Capítulo 3 para un viraje a una altitud especificada.

### **4.4.2 Franqueamiento de obstáculos en el área de viraje**

a) El margen mínimo de franqueamiento de obstáculos en el área de viraje es el mayor de:

- 1) 90 m (295 ft) (Cat H, 80 m/265 ft); y
- 2)  $0,008 (d_r^* + d_o)$ ,



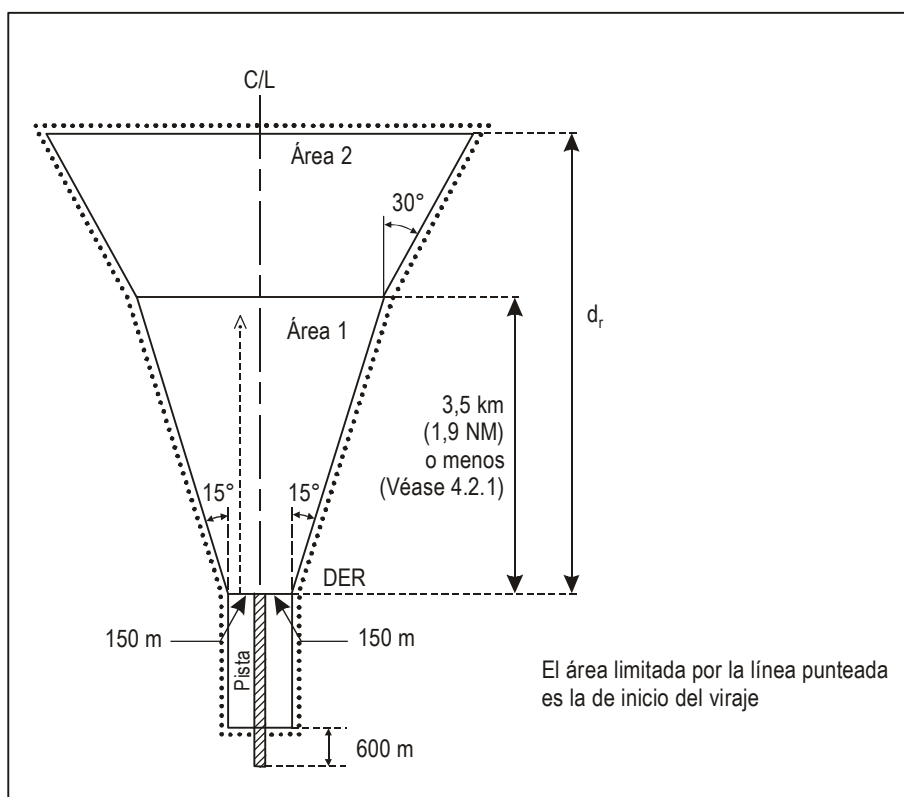
donde:

$d_r^*$  es la distancia medida a lo largo de la derrota de salida que corresponde al punto en el límite del área de iniciación de viraje donde se mide la distancia  $d_o$ ; y

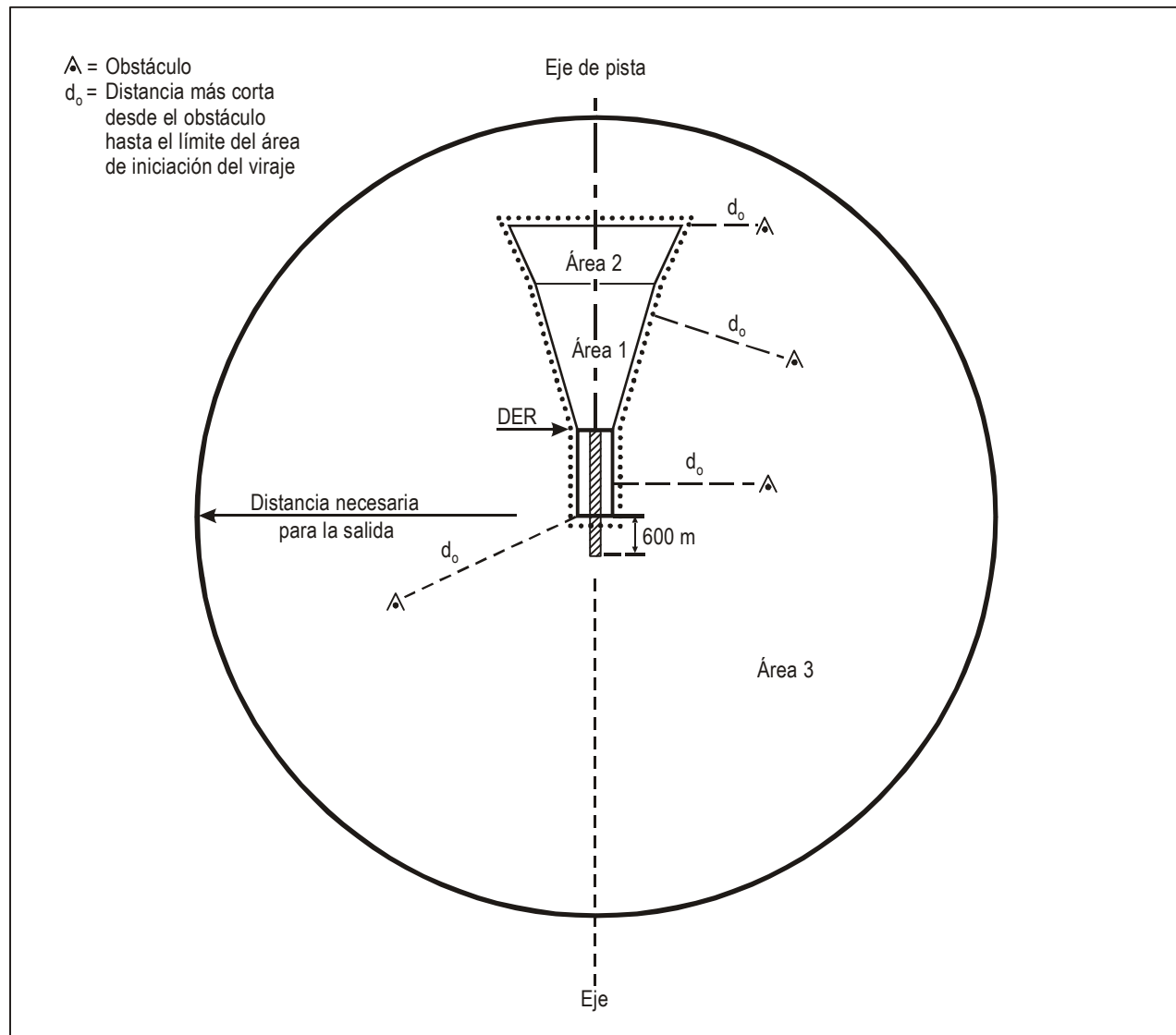
$d_o$  es la distancia más corta desde el límite del área de iniciación de viraje hasta el obstáculo.

b) La elevación/altura máxima permisible de un obstáculo en el área de viraje puede calcularse con la fórmula:

$$\text{Elevación/altura máxima del obstáculo} = \text{TNA}/H + d_o \text{ PDG} - \text{MOC}$$



**Figura I-3-4-1. Áreas 1 y 2 y área de iniciación del viraje para salidas omnidireccionales**



**Figura I-3-4-2. Área 3 para salidas omnidireccionales**

## **Capítulo 5**

### **INFORMACIÓN PUBLICADA PARA PROCEDIMIENTOS DE SALIDA**

#### **5.1 GENERALIDADES**

La información mínima que debe ser publicada para un procedimiento de salida es la siguiente:

- a) todas las derrotas, puntos, puntos de referencia y altitudes/alturas (incluidas las altitudes/alturas de viraje) que requiera el procedimiento;
- b) todas las instalaciones de navegación, puntos de referencia, puntos de recorrido, radiales y distancias DME utilizados para definir tramos de ruta;
- c) los obstáculos significativos que penetran en las superficies de identificación de obstáculos (OIS);
- d) la posición y altura de los obstáculos cercanos que penetran en la OIS. Se incluirá una nota en la carta de salida dondequiera que existan obstáculos próximos que no hayan sido considerados en la determinación de la pendiente de diseño del procedimiento (PDG) publicada (véase en el Capítulo 2, la Figura II-3-2-3);
- e) el obstáculo de mayor altura en el área de salida, y todo obstáculo destacado fuera del área que determine el diseño del procedimiento;
- f) una PDG de más del 3,3%, y la altitud/altura a la que se aplica;
- g) la altitud/altura o punto de referencia en que ya no es necesaria una pendiente que exceda del 3,3% (Cat H, 5%) (véase la Figura I-3-5-1);
- h) cuando, debido únicamente a restricciones del espacio aéreo, se requiera una pendiente de diseño del procedimiento aumentada, se incluirá una nota que manifieste esa condición, p. ej., “Se requiere pendiente de ascenso del 4% debido a restricciones del espacio aéreo únicamente”;
- i) la altitud/altura que ha de alcanzarse durante la salida sobre puntos significativos, identificados por ayudas para la navegación o puntos de referencia; y
- j) cuando es importante ajustarse con precisión a una derrota (p. ej., para atenuación del ruido/limitaciones ATC), se incluirá una nota que manifieste que la trayectoria de vuelo media se diseñó utilizando datos estadísticos de performance de aeronave (para la construcción de la trayectoria de vuelo media, véase el Apéndice del Capítulo 3).

*Nota.— Los principios que rigen la identificación de rutas de salida normalizadas se encuentran en el Anexo 11, Apéndice 3. Las especificaciones para las cartas de salida por instrumentos normalizadas se encuentran en el Anexo 4.*

## 5.2 SALIDAS OMNIDIRECCIONALES

Una salida omnidireccional que limite altitudes/alturas de viraje, y/o pendientes de diseño de procedimiento a ciertos sectores, se promulgará de la siguiente manera:

- a) las restricciones se mostrarán como sectores en los que se especifican las altitudes mínimas y la altitudes/alturas de viraje mínimas, o en las que se requieren pendientes de diseño de procedimiento establecidas;
- b) se podrán definir sectores en los que no se permiten vuelos;
- c) los sectores estarán descritos por marcaciones y la distancia desde el centro del área de viraje;
- d) los sectores se ensancharán 15°, como mínimo, a cada lado del obstáculo determinante; y
- e) cuando se publique más de un sector, la pendiente promulgada será la máxima PDG requerida entre todos los sectores en que esté previsto volar. La altitud/altura a la que se aplica la pendiente debe permitir la utilización posterior de una pendiente de 3,3% (Cat H, 5%) en todo ese sector, un sector subsiguiente, o bien una altitud/altura autorizada para otra fase de vuelo (p. ej., espera en ruta o aproximación). También se podrá designar un punto de referencia para señalar el punto en que cesa una pendiente que exceda del 3,3% (Cat H, 5%).

## 5.3 ALTITUDES/NIVELES DE VUELO EN LAS CARTAS

Los procedimientos de salida se pueden usar para separar por procedimiento el tráfico aéreo. De esta forma, el procedimiento puede ir acompañado de altitudes/niveles de vuelo que no están asociados a ningún requisito de franqueamiento de obstáculos, pero están elaborados para separar por procedimientos el tránsito aéreo de llegada y de salida. Estas altitudes/niveles de vuelo se expresarán en las cartas según se indica en la Tabla I-3-5-1. El método utilizado en las cartas de altitudes/niveles de vuelo para indicar correctamente el procedimiento representado puede diferir entre distintos fabricantes de equipos de aviónica.

## 5.4 OTROS REQUISITOS

- a) Cuando las salidas estén limitadas a determinada categoría o categorías de aeronave, el procedimiento se indicará claramente.
- b) Cuando se dispone de un punto de referencia conveniente, se puede promulgar un requisito de pendiente de diseño de procedimiento, especificando una restricción de distancia DME/altitud o bien de posición/altitud (p. ej., “llegue a 5 000 ft, DME 15” o “llegue a 3 500 ft por VWXYZ”).
- c) En un punto de referencia, o en una altitud/altura, se puede especificar un viraje, p. ej., “en DME 4 vire a la derecha, derrota 170°” o “a 2 500 ft vire a la izquierda, derrota hacia VWXYZ”.
- d) Si después de un viraje fuera necesario tomar cierta derrota para interceptar un radial o una marcación determinados, en el procedimiento se especificará:
  - 1) el punto de viraje;
  - 2) la derrota que se debe seguir; y
  - 3) el radial/la marcación que se debe interceptar;

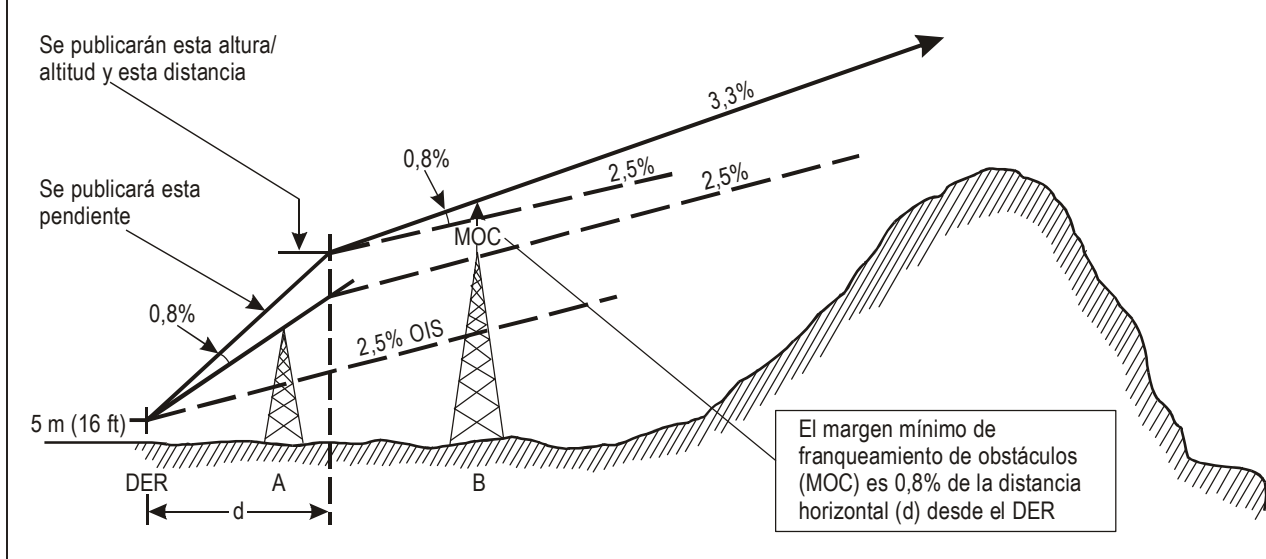
- (p. ej., “en DME 4 vire a la izquierda, siga la derrota 340° para interceptar R020 de BNE (VOR)”; o “en DME 2 vire a la izquierda, derrota 340° para interceptar la derrota 010° a STN (NDB)”.
- e) Si se requiere una PDG que exceda de la pendiente normalizada para proporcionar franqueamiento de obstáculos, se podrá publicar, para operaciones en VMC exclusivamente, un procedimiento alternativo que utilice una PDG más baja.
  - f) No se promulgarán pendientes de una altura de 60 m (200 ft) o inferior debidas a obstáculos muy próximos. Se publicará una nota declarando que existen obstáculos muy próximos.
  - g) Si existe un DME convenientemente situado, o cuando se puedan establecer puntos de referencia RNAV adecuadamente situados, se debería publicar información adicional específica altura/distancia, pensada para evitar obstáculos, con objeto de proporcionar un medio de supervisar la posición de la aeronave en relación a obstáculos críticos.
  - h) Si los virajes no son posibles antes del DER, y el diseño del procedimiento se basa en que el área de iniciación de viraje comienza en el DER, el procedimiento de salida incluirá una nota que indique que no se permiten virajes antes del DER.

**Tabla I-3-5-1. Altitudes/niveles de vuelo en las cartas**

“Ventana” de altitud/nivel de vuelo	<u>17 000</u>	<u>FL220</u>
	<u>10 000</u>	<u>10 000</u>
Altitud/nivel de vuelo “a o por encima de”	<u>7 000</u>	<u>FL60</u>
Altitud/nivel de vuelo “a o por debajo de”	<u>5 000</u>	<u>FL50</u>
Altitud/nivel de vuelo “obligatorio”	<u>3 000</u>	<u>FL30</u>
Altitud/nivel de vuelo de procedimiento “recomendado”	5 000	FL50
Altitud/nivel de vuelo “previsto”	Espere 5 000	Espere FL50

Debido al obstáculo B, la pendiente no puede reducirse a 3,3% (2,5% + 0,8%) (Cat H, 5,0%) precisamente después de pasar por encima del obstáculo A. En el procedimiento se publica la altitud/altura o punto de referencia en que ya no es necesario que la pendiente sea superior a 3,3% (Cat H, 5,0%).

Se publicará información sobre los obstáculos A y B. La información sobre la montaña se publica en un plano de obstáculos de aeródromo Tipo C.



**Figura I-3-5-1. Disminución de la pendiente ascensional a la salida**

## Capítulo 6

### **OPERACIONES SIMULTÁNEAS EN PISTAS DE VUELO POR INSTRUMENTOS PARALELAS O CASI PARALELAS**

*Nota.— Los textos de orientación figuran en el Manual sobre operaciones simultáneas en pistas de vuelo por instrumentos paralelas o casi paralelas (Doc 9643).*

#### **6.1 SALIDAS POR INSTRUMENTOS DESDE PISTAS PARALELAS**

Cuando se prevea utilizar simultáneamente dos procedimientos de salida por instrumentos desde pistas paralelas, las derrotas nominales de salida tendrán, por lo menos, una divergencia de 15° inmediatamente después del despegue (véase el Capítulo 3, “Rutas de salida”).

#### **6.2 OPERACIONES SEGREGADAS EN PISTAS PARALELAS**

Cuando se prevea utilizar simultáneamente un procedimiento de salida por instrumentos y un procedimiento de aproximación por instrumentos en la misma dirección en pistas paralelas, las derrotas nominales del procedimiento de salida y del procedimiento de aproximación frustrada tendrán, por lo menos, una divergencia de 30° lo antes posible [véase la Parte II, Sección 1, Capítulo 1, “Sistema de aterrizaje por instrumentos (ILS)”].

---





#### **Sección 4**

### **PROCEDIMIENTOS DE APROXIMACIÓN Y LLEGADA**



# **Capítulo 1**

## **CRITERIOS GENERALES PARA PROCEDIMIENTOS DE APROXIMACIÓN/LLEGADA**

### **1.1 CAMPO DE APLICACIÓN**

La Sección 4 contiene criterios comunes a todo tipo de procedimientos de aproximación y de llegada por instrumentos. Los criterios aplicables a tipos específicos de instalaciones, tales como ILS, se encuentran en los capítulos que tratan de esos sistemas de guía. Los criterios aplicables a su ejecución, así como a cualesquiera adiciones y excepciones a los criterios generales, se encuentran en la Parte II “Procedimientos convencionales”, y en la Parte III, “Procedimientos RNAV y procedimientos basados en satélites”. Los criterios aplicables a helicópteros que operan desde pistas se recogen en las Partes I, II y III. Los criterios aplicables a helicópteros que operan desde helipuertos se recogen en la Parte IV.

Cuando este documento haga referencia a características de instalaciones de radio, deberá entenderse que su única utilización será la de facilitar la construcción de procedimientos y en ningún caso deberán sustituir ni complementar el correspondiente contenido del Anexo 10.

### **1.2 CONSTRUCCIÓN DEL PROCEDIMIENTO**

Todo procedimiento de aproximación por instrumentos podrá constar de hasta cinco tramos independientes. Estos son, tramo de llegada, tramo inicial, tramo intermedio, tramo final y tramo de aproximación frustrada. Además, deberá tenerse en cuenta un área para sobrevolar el aeródromo en circuito y en condiciones de vuelo visual. Los tramos de aproximación comienzan y terminan en puntos de referencia designados. No obstante, hay casos en que determinados tramos pueden comenzar en puntos específicos en los que no se dispone de planos de referencia (o no se precisan). Por ejemplo, el tramo de aproximación final en una aproximación de precisión puede comenzar en el punto de intersección de la altitud/altura de vuelo intermedia designada con la trayectoria de planeo nominal; el tramo intermedio puede comenzar al final del viraje de acercamiento.

### **1.3 DENOMINACIÓN DE LOS PUNTOS DE REFERENCIA**

Los puntos de referencia se denominan de acuerdo al tramo que preceden. Por ejemplo, el tramo intermedio comienza en el punto de referencia intermedio. Cuando no se disponga de referencias, como se menciona en 1.2 “Construcción del procedimiento”, los tramos comienzan y terminan en puntos específicos (por ejemplo, el punto en que la trayectoria de planeo intersecta con la altitud nominal intermedia y el punto en que la trayectoria de planeo intersecta la DA/H nominal). En este documento los tramos se examinan en el orden en que el piloto volaría en el caso de tratarse de un procedimiento completo, es decir, desde el tramo de llegada, pasando por los tramos inicial e intermedio, hasta la aproximación final y, en caso necesario, hasta la aproximación frustrada.

## 1.4 UTILIZACIÓN DE LOS TRAMOS

Solo aquellos tramos necesarios debido a las condiciones locales, deberán incluirse en el procedimiento. Durante la construcción del procedimiento, la derrota de aproximación final debería identificarse en primer lugar ya que constituye el tramo más crítico y menos flexible. Una vez establecida la aproximación final, los otros tramos necesarios deberían combinarse con ella para generar un circuito de maniobras ordenado que responda a los flujos locales de tránsito. Véase la Figura I-4-1-1.

## 1.5 ALTITUD/ALTURA DE PROCEDIMIENTO

1.5.1 El sector aeronáutico es consciente de que la mayoría de las grandes catástrofes aéreas tienen lugar cuando las aeronaves se encuentran alineadas y a menos de 19 km (10 NM) de la pista de aterrizaje. En apoyo a las iniciativas preventivas de impacto contra el suelo sin pérdida de control (CFIT), las cartas de aproximación por instrumentos no solo deberán contener altitudes/alturas que garanticen el margen de franqueamiento de obstáculos adecuado sino también altitudes/alturas de procedimiento. Éstas tienen por objetivo situar a la aeronave por encima de cualquier altitud mínima asociada con el franqueamiento de obstáculos y garantizar una pendiente o un ángulo de descenso prescrito estabilizado durante el tramo final.

1.5.2 Todos los procedimientos de aproximación que no son de precisión realizados por instrumentos se deberán constituir de manera que incluyan no solo altitudes/alturas mínimas que garanticen el franqueamiento de obstáculos, sino también altitudes/alturas de procedimiento; estas últimas se construirán de modo que la aeronave quede situada a altitudes/alturas normales para interceptar y seguir la pendiente/ángulo de descenso prescrito en el tramo de aproximación final hasta el cruce del umbral a 15 m (50 ft). En ningún caso la altitud/altura de procedimiento será inferior a una OCA/H.

## 1.6 GUÍA DE DERROTA

1.6.1 Por lo general se debería proveer guía de derrota para todas las fases del vuelo, a través de los tramos de llegada, inicial, intermedio, final y de aproximación frustrada. Cuando se disponga de guía de derrota, el tramo apropiado deberá estar comprendido en la cobertura establecida de la instalación de navegación aérea en la que se base la guía de derrota.

1.6.2 Cuando no se provea guía de derrota el área de franqueamiento de obstáculos deberá ampliarse como se establece para los tramos de navegación a estima (DR) descritos en el Capítulo 3, “Tramo de aproximación inicial” y en el Apéndice A del Capítulo 3, “Aproximación inicial utilizando navegación a estima (DR)”. Cuando se disponga de radar de vigilancia de área terminal (TAR) se podrá emplear para obtener vectores para la aproximación final (véase la Parte II, Sección 2, Capítulo 6, “SRE”). El radar de vigilancia en ruta (RSR) se podrá utilizar para disponer de guía de derrota durante los tramos de aproximación inicial hasta el punto de referencia intermedio inclusive. Los criterios para la construcción de áreas para aproximaciones frustradas sin guía de derrota figuran en el Capítulo 6, “Tramo de aproximación frustrada”.

*Nota.— Los procedimientos relativos a la utilización de radares primarios en los servicios de control de aproximación, se recogen detalladamente en los Procedimientos para servicios de navegación aérea — Gestión del tránsito aéreo (Doc 4444).*

## 1.7 PENDIENTES DE DESCENSO

1.7.1 En todo el documento, se especifican los valores óptimo y máximo para las pendientes de descenso. El valor óptimo será el de la pendiente de descenso operacionalmente deseable, y sólo debería sobrepasarse cuando no sea

posible poner en práctica los métodos alternativos para el franqueamiento de obstáculos. La pendiente de descenso máxima no deberá sobrepasarse. (Véase también la Sección 4, Capítulo 9).

1.7.2 Los valores máximo y óptimo de las pendientes de descenso se especifican dependiendo del tipo de procedimiento y del tramo de la aproximación. Se publicarán, al menos para el caso del tramo de aproximación final en procedimientos de aproximación que no son de precisión — y preferiblemente también para otros tramos de aproximación cuando proceda — las pendientes de descenso utilizadas en la construcción del procedimiento.

## 1.8 CATEGORÍAS DE AERONAVES

1.8.1 Las diferentes performances de las aeronaves influyen directamente en la visibilidad y el espacio aéreo que requiere la realización de maniobras tales como la aproximación en circuito, la aproximación frustrada con viraje, el descenso en la aproximación final y la maniobra de aterrizaje (incluidos los virajes de base y reglamentario). La velocidad constituye el factor más importante en materia de performances. En este sentido, se han establecido cinco categorías típicas de aeronaves (véase 1.8.4) para disponer de una base normalizada que permita relacionar la maniobrabilidad de las aeronaves con procedimientos específicos de aproximación por instrumentos.

1.8.2 Los criterios considerados para la clasificación de aeronaves por categorías son la velocidad indicada en el umbral ( $V_{at}$ ) que es igual a la velocidad de entrada en pérdida  $V_{so}$  multiplicada por 1,3 o la velocidad de pérdida  $V_{slg}$  multiplicada por 1,23 en la configuración de aterrizaje con la máxima masa certificada. Si se dispone tanto de  $V_{so}$  como de  $V_{slg}$ , se utilizará el máximo valor resultante de  $V_{at}$ .

1.8.3 La configuración de aterrizaje que se deberá considerar será la establecida por el explotador o por el fabricante de la aeronave.

1.8.4 En el presente documento, las diferentes categorías de aeronaves se mencionarán de acuerdo con las siguientes letras identificativas:

Categoría A — menos de 169 km/h (91 kt) de velocidad indicada (IAS)

Categoría B — 169 km/h (91 kt) pero menos de 224 km/h (121 kt) de IAS

Categoría C — 224 km/h (121 kt) o más, pero menos de 261 km/h (141 kt) de IAS

Categoría D — 261 km/h (141 kt) o más, pero menos de 307 km/h (166 kt) de IAS

Categoría E — 307 km/h (166 kt) o más, pero menos de 391 km/h (211 kt) de IAS

Categoría H — Véase 1.8.8, “Helicópteros”.

1.8.5 Las gamas de velocidades IAS que figuran en las Tablas I-4-1-1 y I-4-1-2 deberán utilizarse para el cálculo de procedimientos. Para la conversión de estas velocidades a TAS, véase la Parte I, Sección 1 y el Apéndice del Capítulo 1.

1.8.6 *Cambio permanente de categoría (masa máxima autorizada para el aterrizaje).* El explotador puede imponer con carácter permanente una masa máxima autorizada para el aterrizaje menor y utilizarla para el cálculo de  $V_{at}$  cuando así lo apruebe el Estado del explotador. La categoría establecida para una aeronave determinada deberá ser un valor permanente y, por lo tanto, no dependerá de los cambios en las operaciones cotidianas.

1.8.7 *Restricciones a las categorías y la IAS.* Cuando los requisitos de espacio aéreo para una determinada categoría de aeronaves sean críticos, los procedimientos podrán basarse en aeronaves de una categoría con velocidad inferior, siempre que la utilización del procedimiento se limite a dichas categorías. Alternativamente, el procedimiento se podrá establecer como limitado a una IAS máxima específica para un tramo en particular sin hacer referencia alguna a la categoría.

#### 1.8.8 *Helicópteros*

- a) El método de cálculo de la categoría de una aeronave basado en su velocidad de pérdida, no se aplica al caso de los helicópteros. Siempre que los helicópteros se empleen como aviones, el procedimiento podrá considerarse como de Categoría A. No obstante, podrán construirse procedimientos específicos para helicópteros que se denominarán claramente como de Categoría H. Los procedimientos de Categoría H no se promulgarán en la misma carta de aproximación por instrumentos (IAC) como procedimientos conjuntos para aviones/helicópteros.
- b) Los procedimientos exclusivos para helicópteros, deberían diseñarse utilizando la mayoría de las técnicas y prácticas convencionales utilizadas para los aviones de Categoría “A”. Algunos criterios tales como los valores mínimos o máximos de velocidad aerodinámica, pendiente de descenso y pendiente de aproximación frustrada/ ascenso en la salida podrán ser diferentes, pero los principios son los mismos.
- c) Las especificaciones para el diseño de procedimientos de aviones de Categoría A se aplican igualmente a los helicópteros, salvo las modificaciones específicas que se describen en este documento. En todo el texto se indican los criterios que se han modificado para los procedimientos exclusivos de helicópteros.

1.8.9 En el caso de procedimientos para aproximaciones de precisión, las dimensiones de la aeronave también constituyen un factor importante para el cálculo de la OCH. Para aeronaves de Categoría D, se prevé OCH adicional cuando se precise para tener en cuenta las dimensiones específicas de estas aeronaves [véase la Parte II, Sección 1, Capítulos 1 y 3, y Parte III, Sección 3, Capítulo 6 (Procedimientos de aproximación de precisión — GBAS)].

**Tabla I-4-1-1. Velocidades (IAS) para el cálculo de procedimientos en kilómetros por hora (km/h)**

Categoría de aeronaves	$V_{at}$	Gama de velocidades para aproximación inicial	Gama de velocidades para aproximación final	Velocidades máximas para maniobras visuales (en circuito)	Velocidades máximas para aproximación frustrada	
					Intermedia	Final
A	<169	165/280 (205*)	130/185	185	185	205
B	169/223	220/335 (260*)	155/240	250	240	280
C	224/260	295/445	215/295	335	295	445
D	261/306	345/465	240/345	380	345	490
E	307/390	345/467	285/425	445	425	510
H	N/A	130/220**	110/165***	N/A	165	165
Cat H (PinS)***	N/A	130/220	110/165	N/A	130 ó 165	130 ó 165

Velocidad en umbral  $V_{at}$  basada en 1,3 veces la velocidad de pérdida  $V_{so}$  o en 1,23 veces la velocidad de pérdida  $V_{slg}$  en configuración de aterrizaje con masa máxima certificada. (No aplicable a helicópteros).

\* Velocidad máxima para procedimientos de inversión e hipódromo.

\*\* La velocidad máxima para procedimientos de inversión e hipódromo hasta 6 000 ft inclusive es de 185 km/h, y de 205 km/h por encima de 6 000 ft.

\*\*\* Los procedimientos de aproximación a un punto en el espacio para helicópteros basados en GNSS básico se podrán diseñar con velocidades máximas de 220 km/h para tramos inicial e intermedio, y de 165 km/h para los tramos de aproximación final y frustrada o de 165 km/h para los tramos inicial e intermedio y de 130 km/h para aproximaciones finales y frustradas basadas en necesidades operacionales. Véase la Parte IV, Capítulo 1.

*Nota.— Las velocidades  $V_{at}$  de la columna 2 de esta tabla son la conversión exacta de los valores de la Tabla I-4-1-2, puesto que aquellos valores determinan la categoría de las aeronaves. Las velocidades de las columnas restantes se han convertido y redondeado al múltiplo de cinco más próximo por razones operacionales y, desde una óptica de seguridad operacional, se consideran equivalentes.*

**Tabla I-4-1-2. Velocidades (IAS) para cálculo de procedimientos en nudos (kt)**

Categoría de aeronaves	$V_{at}$	Gama de velocidades para aproximación inicial	Gama de velocidades para aproximación final	Velocidades máximas para maniobras visuales (en circuito)	Velocidades máximas para aproximación frustrada	
					Intermedia	Final
A	<91	90/150 (110*)	70/100	100	100	110
B	91/120	120/180 (140*)	85/130	135	130	150
C	121/140	160/240	115/160	180	160	240
D	141/165	185/250	130/185	205	185	265
E	166/210	185/250	155/230	240	230	275
H	N/A	70/120**	60/90***	N/A	90	90
Cat H (PinS)***	N/A	70/120	60/90	NA	70 ó 90	70 ó 90

Velocidad en umbral  $V_{at}$  basada en 1,3 veces la velocidad de pérdida  $V_{so}$  o en 1,23 veces la velocidad de pérdida  $V_{slg}$  en configuración de aterrizaje con masa máxima certificada. (No aplicable a helicópteros).

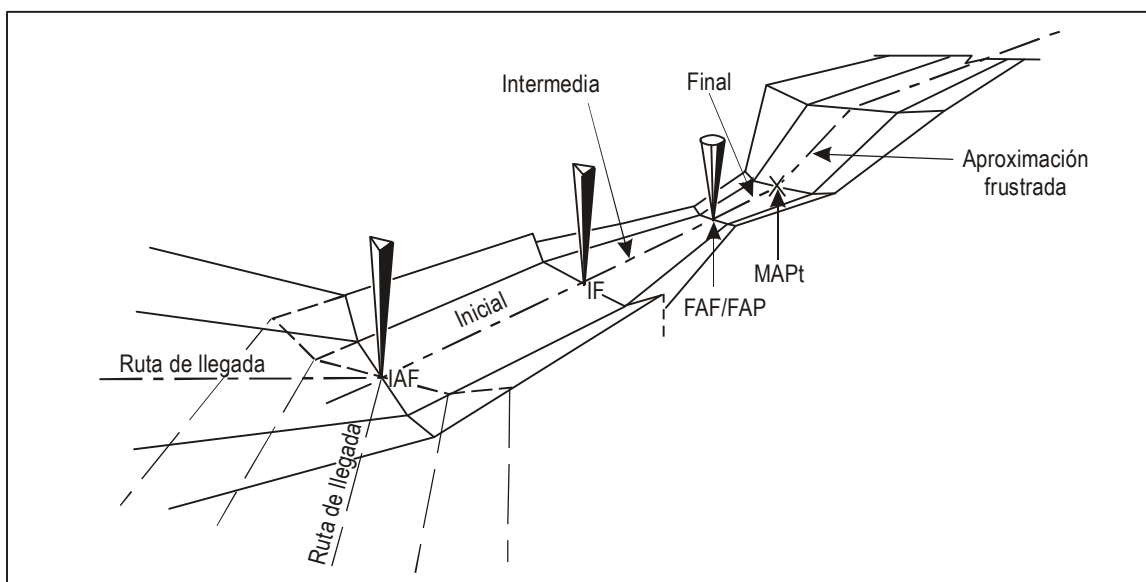
\* Velocidad máxima para procedimientos de inversión e hipódromo.

\*\* La velocidad máxima para procedimientos de inversión e hipódromo hasta 6 000 ft inclusive es de 100 kt, y de 110 kt por encima de 6 000 ft.

\*\*\* Los procedimientos de aproximación a un punto en el espacio para helicópteros basados en GNSS básico se podrán diseñar con velocidades máximas de 120 KIAS para los tramos inicial e intermedio, y de 90 KIAS para tramos de aproximación final y frustrada y de 70 KIAS para aproximaciones finales y frustradas basadas en necesidades operacionales. Véase la Parte IV, Capítulo 1.

*Nota.— Las velocidades  $V_{at}$  de la columna 2 de la Tabla I-4-1-1 son la conversión exacta de los valores de esta tabla, puesto que estos valores determinan la categoría de las aeronaves. Las velocidades de las columnas restantes se han convertido y redondeado al múltiplo de cinco más próximo por razones operacionales y, desde una óptica de seguridad operacional, se consideran equivalentes.*





**Figura I-4-1-1. Tramo de aproximación por instrumentos**



## **Capítulo 2**

### **TRAMO DE LLEGADA**

#### **2.1 LLEGADAS POR INSTRUMENTOS NORMALIZADAS**

##### **2.1.1 Generalidades**

Esta sección contiene los criterios aplicables a todas las llegadas por instrumentos normalizadas.

2.1.1.1 En algunos casos es necesario establecer rutas de llegada desde la estructura en ruta hasta el punto de referencia de aproximación inicial. Solo deberán establecerse y publicarse aquellas rutas que aporten una ventaja operacional. Dichas rutas deberían tener en cuenta el flujo de tránsito local. La longitud de la ruta de llegada no deberá sobrepasar la distancia de servicio de las instalaciones que faciliten guía para la navegación aérea.

2.1.1.2 Las rutas de llegada normalizada por instrumentos (STAR) deberían ser sencillas y de fácil comprensión, y solo se incluirán en el procedimiento las instalaciones para la navegación aérea y los puntos de referencia y de recorrido que resulten esenciales para definir la trayectoria de vuelo de una aeronave y faciliten los servicios de tránsito aéreo (ATS).

2.1.1.3 Toda ruta STAR deberá abarcar el mayor número posible de categorías de aeronaves.

2.1.1.4 Toda ruta STAR deberá comenzar en un punto de referencia por ejemplo, una instalación de radioayuda para la navegación, un punto de referencia DME (equipo radiotelemétrico) o un punto de recorrido.

2.1.1.5 Toda ruta STAR deberá permitir la transición desde la fase en ruta hasta la fase de aproximación enlazando un punto importante de una ruta ATS con otro punto desde el que se inicie un procedimiento de aproximación por instrumentos.

2.1.1.6 Toda ruta STAR debería estar diseñada de modo que permita que las aeronaves vuelen a lo largo de las rutas reduciendo la necesidad de guía vectorial radar.

2.1.1.7 Una ruta STAR puede servir a uno o más aeródromos comprendidos en un área terminal.

2.1.1.8 En caso de existir, las restricciones sobre velocidad aerodinámica y altitud/nivel deberán incluirse, teniendo en cuenta las capacidades operacionales de la categoría de aeronaves en cuestión, previa consulta con los explotadores.

2.1.1.9 Siempre que sea posible, las rutas STAR deberán diseñarse con puntos de referencia DME o con puntos de recorrido en vez de intersecciones.

*Nota 1.— La información relativa a los principios que rigen la identificación de rutas de llegada normalizadas y los procedimientos asociados figura en el Anexo 11, Apéndice 3.*

*Nota 2.— La información relativa a la publicación de la Carta de llegada normalizada — Vuelo por instrumentos (STAR) — OACI figura en el Anexo 4, Capítulo 10.*

2.1.1.10 Un arco DME puede proporcionar guía de derrota para la totalidad, o para una parte, de una ruta de llegada. El radio mínimo del arco deberá ser de 18,5 km (10,0 NM).

Un arco podrá unirse a una derrota en línea recta en el punto de referencia de la aproximación inicial, o antes del mismo. En ese caso, el ángulo de intersección entre el arco y la derrota no deberá exceder de 120°.

Cuando el ángulo exceda de 70°, se deberá identificar un radial de guía que proporcione al menos una distancia de guía “d” como ayuda para guía de viraje ( $d = r \cdot \tan \frac{(\alpha)}{2}$ ; r = radio de viraje;  $\alpha$  = ángulo de viraje).

## 2.1.2 Construcción del área

### 2.1.2.1 Rutas de llegada iguales o superiores a 46 km (25 NM)

Cuando la longitud de la ruta de llegada sea igual o mayor que 46 km (25 NM), los criterios en ruta se aplican durante los 46 km (25 NM) anteriores al punto de referencia de aproximación inicial (IAF). La anchura del área disminuye a partir de los 46 km (25 NM) con un ángulo de convergencia de 30° a cada lado del eje, hasta alcanzar la anchura establecida por los criterios de aproximación inicial. Véase la Figura I-4-2-1.

### 2.1.2.2 Rutas de llegada inferiores a 46 km (25 NM)

Cuando la longitud de la ruta de llegada sea inferior a 46 km (25 NM), la anchura del área disminuye desde el principio de la ruta de llegada con un ángulo de convergencia de 30° a cada lado del eje, hasta alcanzar la anchura establecida por los criterios de aproximación inicial. Véase la Figura I-4-2-2.

### 2.1.2.3 Protección de virajes

Los virajes se protegerán mediante:

- a) criterios en ruta para distancias superiores a 46 km (25 NM) desde el IAF; y
- b) criterios de aproximación inicial para distancias de 46 km (25 NM), o inferiores, desde el IAF.

### 2.1.2.4 Llegada basada en un arco DME

En caso de una llegada basada en un arco DME, 2.1.2.1 y 2.1.2.2 se aplicarán con las siguientes excepciones:

- a) la distancia se mide sobre el arco DME; y
- b) el ahusamiento se mantiene durante 9,6 km (5,2 NM), medidos sobre el arco DME.

El método de construcción se detalla a continuación. Desde el centro del arco DME (punto O), trazar las líneas OA y OB que cortan los límites en A1, A2, A3, A4 y B1, B2, B3, B4. A continuación trazar las líneas de unión entre los puntos correspondientes de A a B. Véanse las Figuras I-4-2-3 y I-4-2-4.

### 2.1.2.5 Receptores de GNSS básico

2.1.2.5.1 Además de los criterios generales para las llegadas, se aplican los siguientes criterios. La tolerancia perpendicular a la derrota (XTT), la tolerancia paralela a la derrota (ATT) y la semianchura de área para receptores de

GNSS básico, se establecen de acuerdo con las fórmulas definidas en la Parte III, Sección 1, Capítulo 2, 2.5, “XTT, ATT y semianchura del área”.

2.1.2.5.2 La anchura del área se ahusa en un ángulo de 30° a cada lado del eje, perpendicular al punto en que el arco de 30 NM (56 km) desde el punto de referencia del aeródromo (ARP) corta la derrota nominal. En contra de lo establecido por los criterios generales para llegadas, la anchura en ruta se deberá utilizar a más de 30 NM (56 km) del ARP. Véanse las Figuras I-4-2-5 y I-4-2-6.

### 2.1.3 Franqueamiento de obstáculos

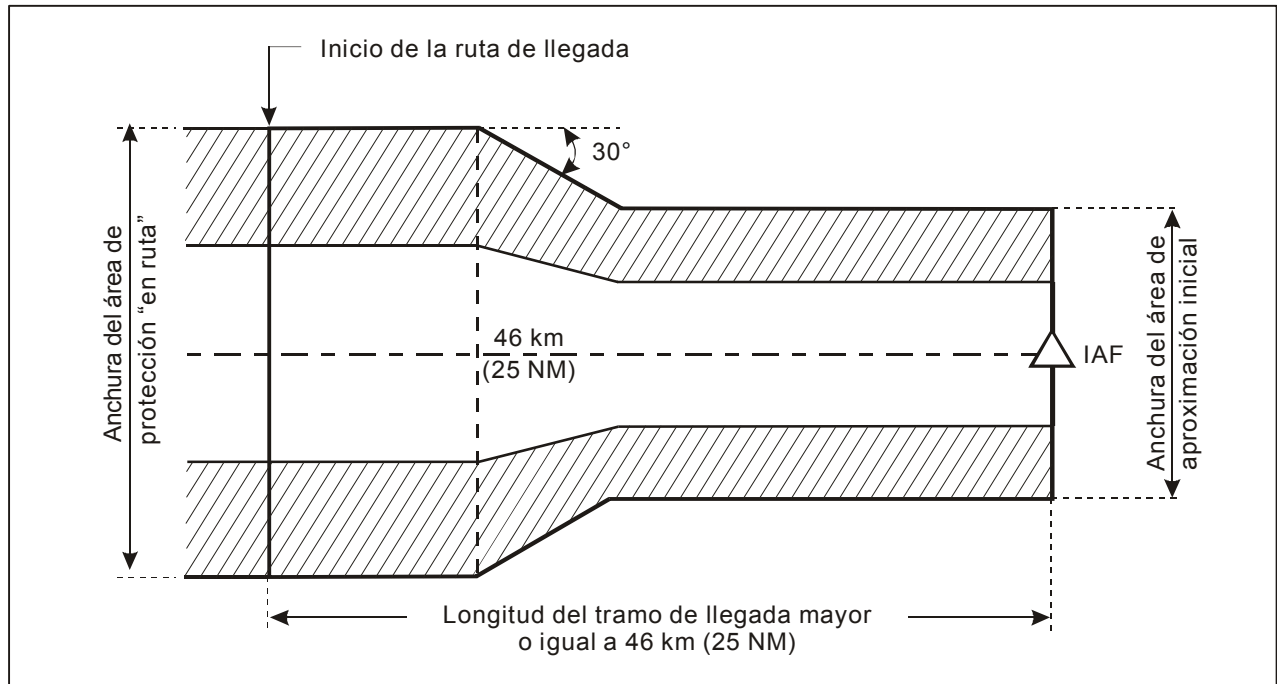
El margen de franqueamiento de obstáculos en el área primaria deberá ser de al menos 300 m (984 ft). En el área secundaria, se deberá disponer de al menos 300 m (984 ft) en el borde interior, hasta reducirse linealmente a cero en el borde exterior. Véase la Figura I-2-1-1 en el Capítulo 1. Para calcular el franqueamiento de obstáculos en un punto dado, véase la Sección 2, Capítulo 1, 1.3, “Franqueamiento de obstáculos”.

### 2.1.4 Altitud/altura de procedimiento

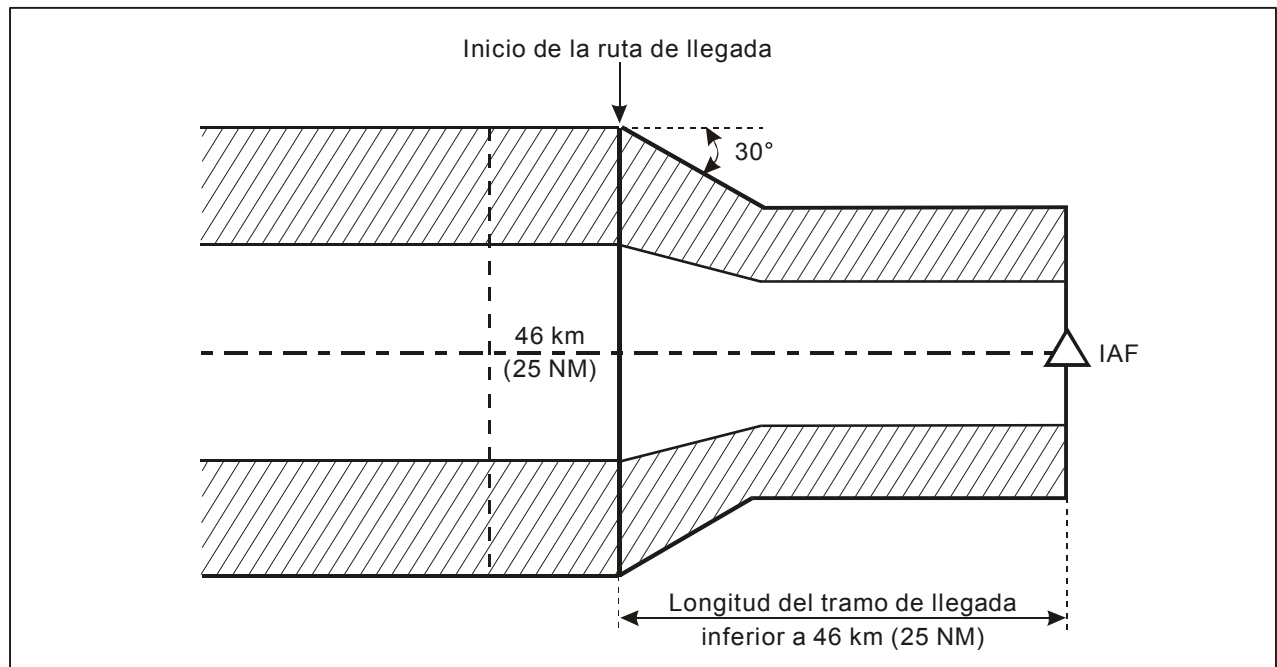
La altitud/altura de procedimiento no deberá ser menor que la MOCA y se deberá construir de acuerdo con los requisitos de control de tránsito aéreo. La altitud/altura de procedimiento del tramo de llegada se podrá establecer de forma que permita a las aeronaves interceptar la pendiente/ángulo de descenso prescrito del tramo de aproximación final desde el propio tramo intermedio.

## 2.2 LLEGADAS OMNIDIRECCIONALES O POR UN SECTOR

Pueden proporcionarse llegadas omnidireccionales o por un sector, tomando en consideración las altitudes mínimas de sector (MSA) (véase el Capítulo 8, “Altitudes mínimas de sector”), o las altitudes de llegada a terminal (TAA) [véase la Parte III, Sección 2, Capítulo 4, “Altitud de llegada a terminal (TAA)”].



**Figura I-4-2-1. Tramo de llegada — área de protección**  
[longitud del tramo de llegada mayor o igual a 46 km (25 NM)]



**Figura I-4-2-2. Tramo de llegada — área de protección**  
[longitud del tramo de llegada menor que 46 km (25 NM)]

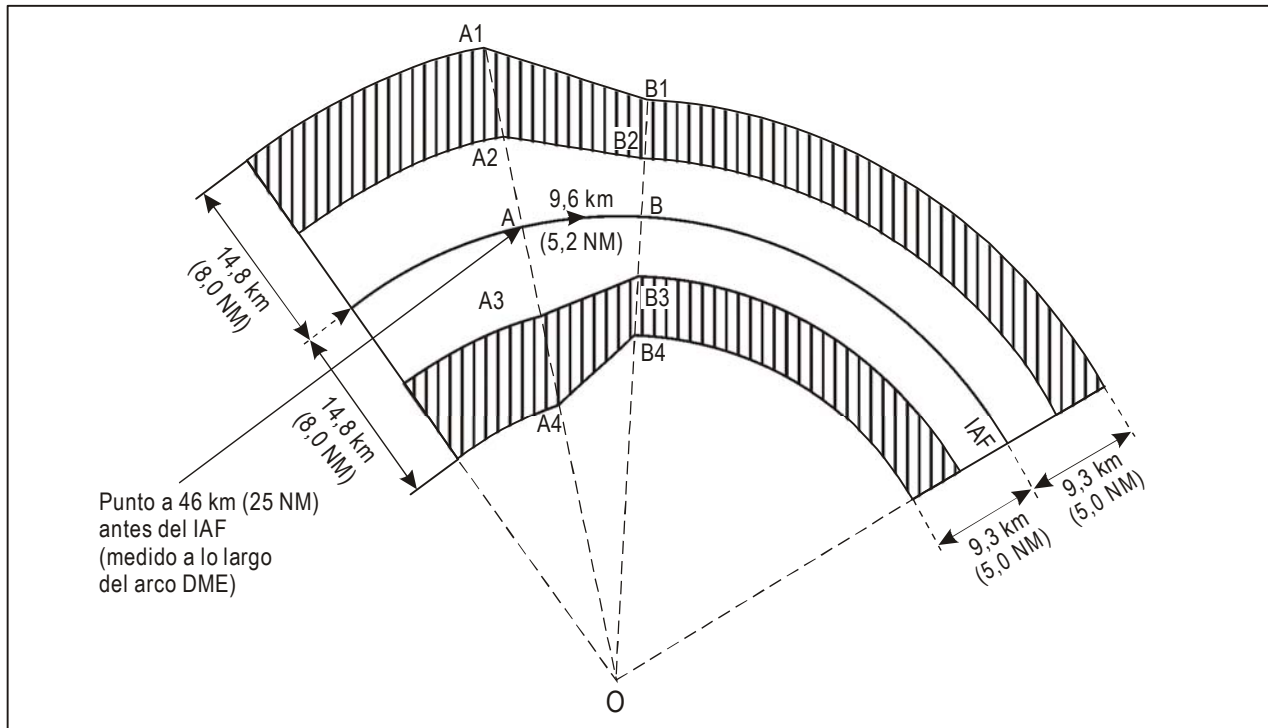


Figura I-4-2-3. Arco DME — longitud del tramo de llegada mayor o igual a 46 km (25 NM)

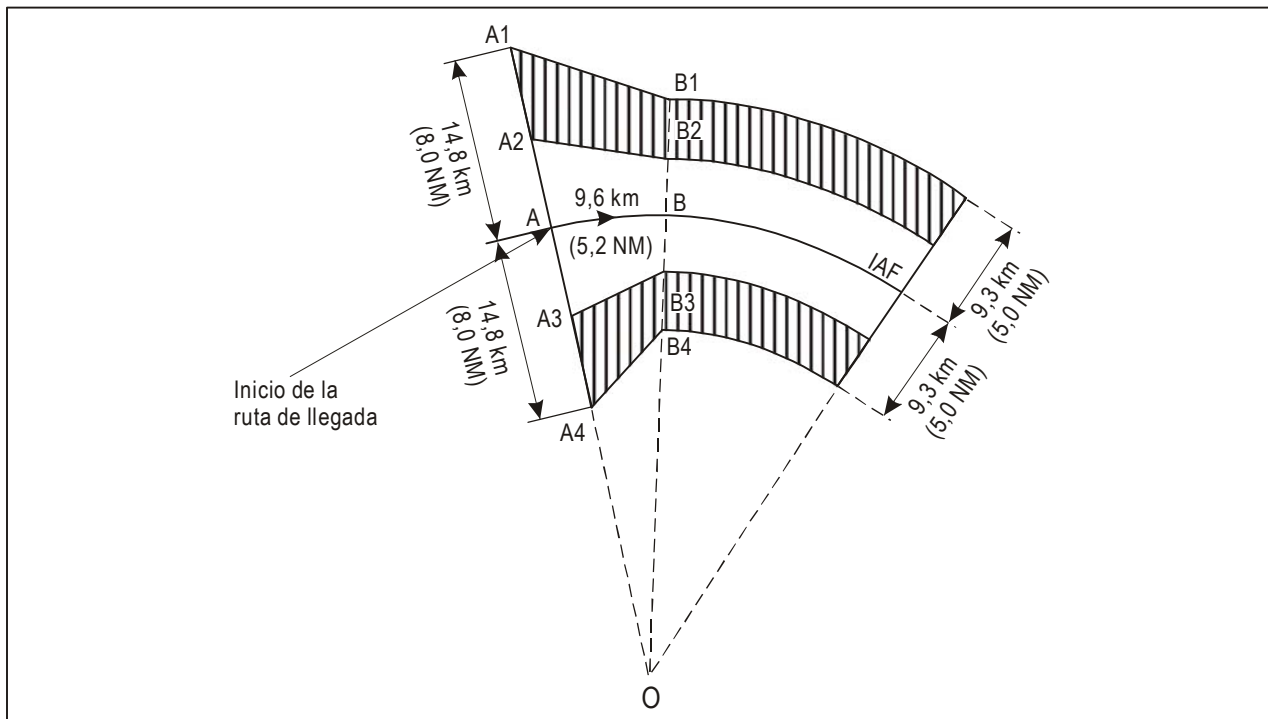
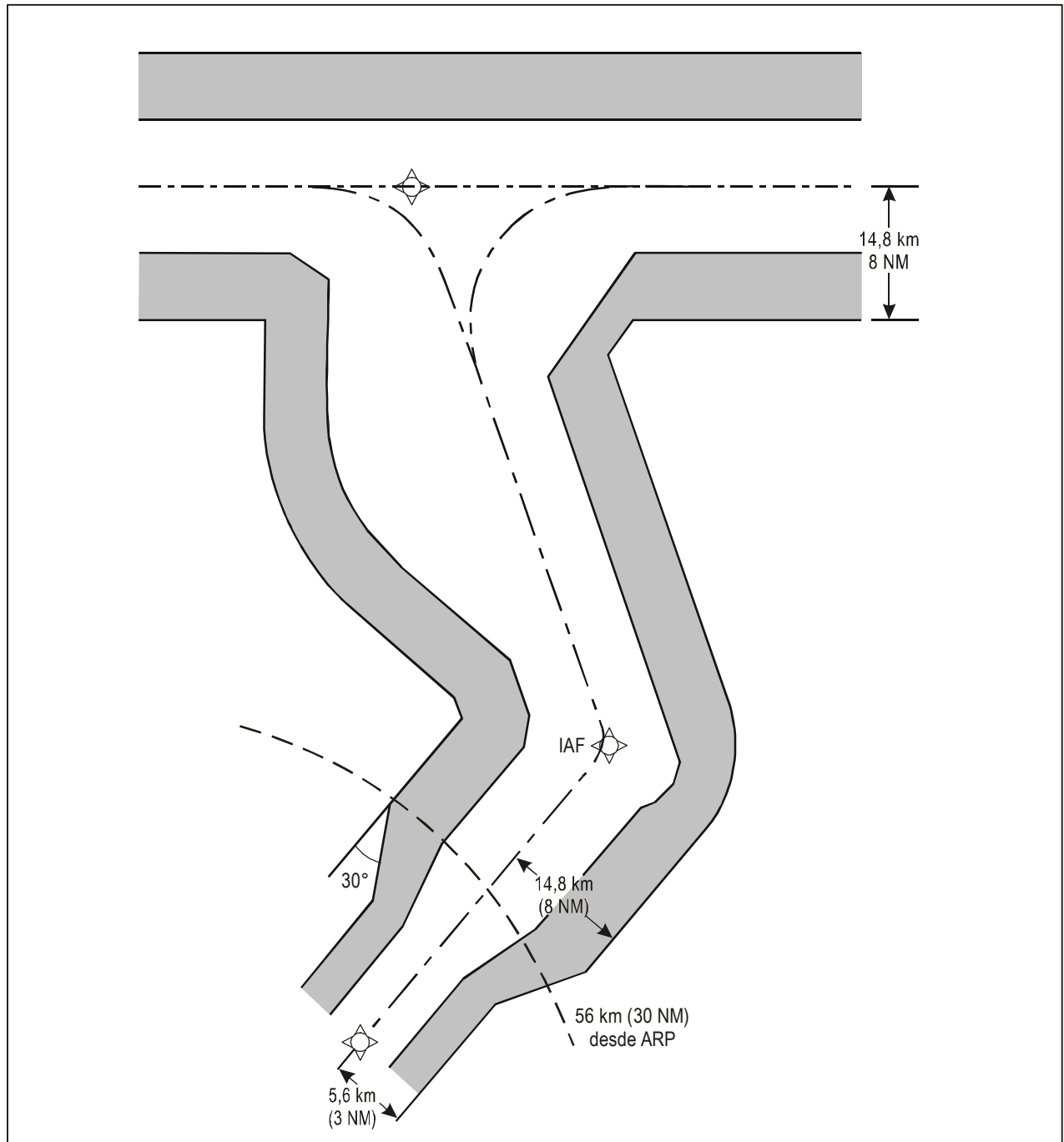
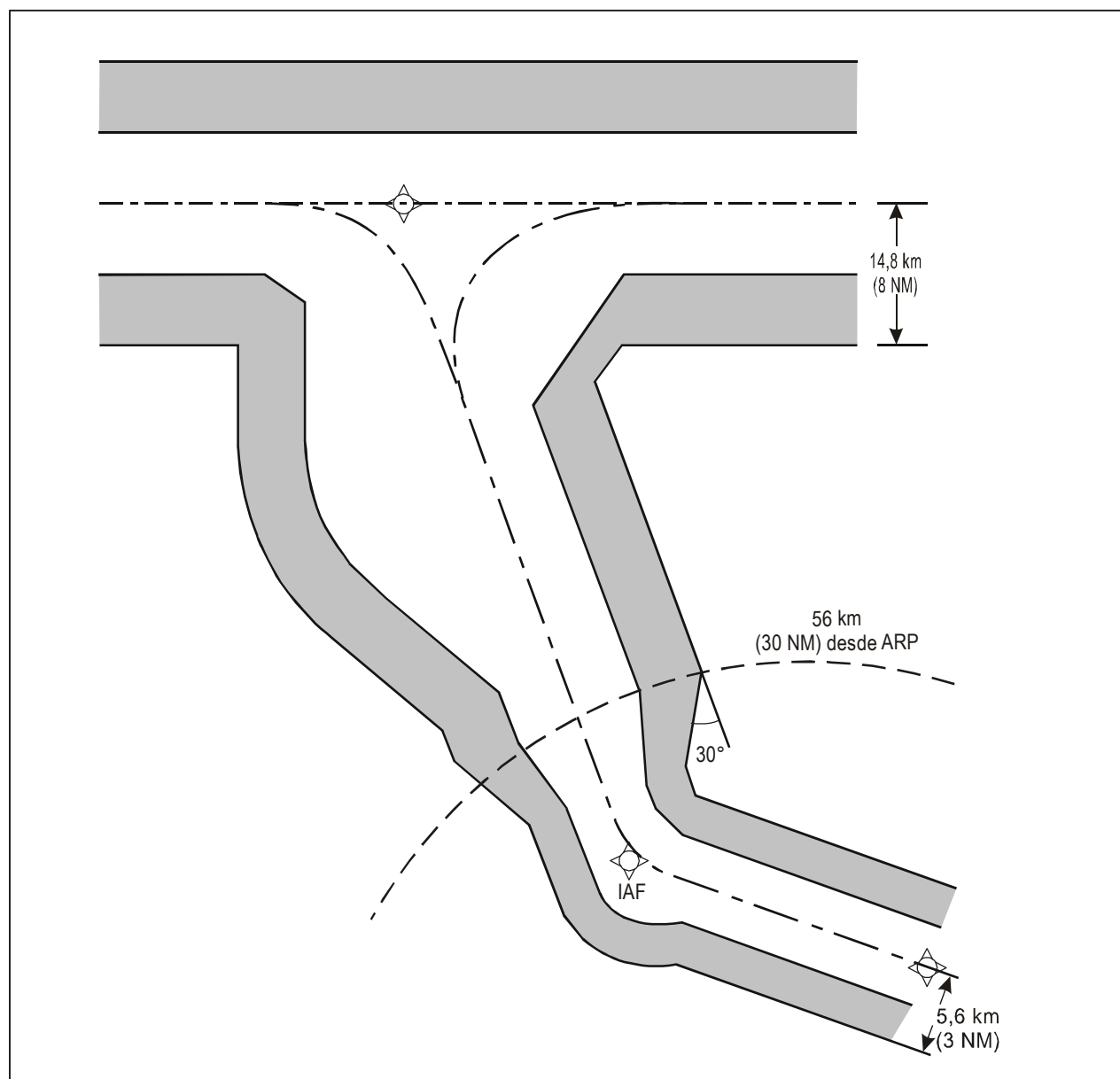


Figura I-4-2-4. Arco DME — longitud del tramo de llegada menor que 46 km (25 NM)



**Figura I-4-2-5. Criterios de llegada GNSS, IAF a más de 56 km (30 NM) del ARP: 14,8 km (8 NM)  $\frac{1}{2}$  AW antes de 56 km (30 NM) del ARP luego 5,6 km (3 NM)  $\frac{1}{2}$  AW**





**Figura I-4-2-6. Criterios de llegada GNSS, IAF a menos de 56 km (30 NM) del ARP:**  
**14,8 km (8 NM) ½ AW antes de 56 km (30 NM) del ARP luego 5,6 km (3 NM) ½ AW**



## **Capítulo 3**

### **TRAMO DE APROXIMACIÓN INICIAL**

#### **3.1 GENERALIDADES**

3.1.1 El tramo de aproximación inicial comienza en el punto de referencia de aproximación inicial (IAF). Durante la aproximación inicial la aeronave maniobra para entrar al tramo intermedio. Cuando el punto de referencia intermedio (IF) forma parte de la estructura en ruta, puede que no sea necesario establecer un tramo de aproximación inicial. En este caso, el procedimiento de aproximación por instrumentos comienza en el punto de referencia de aproximación intermedia y se aplican los criterios relativos al tramo intermedio. Una aproximación inicial puede llevarse a cabo por un radial VOR, una marcación NDB, un vector radar específico o una combinación de estos elementos. Si no fuera posible ninguna de estas soluciones, puede utilizarse un arco DME o un rumbo establecido.

3.1.2 Los procedimientos de inversión y los de hipódromo, así como los descensos siguiendo un circuito de espera, se consideran tramos de aproximación inicial hasta que la aeronave está establecida en la derrota de aproximación intermedia. Cuando se requiera realizar una espera antes de entrar al tramo de aproximación inicial, el punto de referencia de espera y el punto de referencia de aproximación inicial deberían coincidir. Cuando esto no sea posible, el punto de referencia de aproximación inicial estará situado dentro del circuito de espera en la derrota de espera del acercamiento.

3.1.3 Normalmente se requiere guía de derrota, pero se pueden navegar a estima distancias que no excedan de 19 km (10 NM). Aunque puede establecerse más de una aproximación inicial por procedimiento, su número debería limitarse a lo que justifiquen la afluencia del tránsito u otros requisitos operacionales.

#### **3.2 SELECCIÓN DE ALTITUD**

##### **3.2.1 Altitudes mínimas**

Las altitudes mínimas para el tramo de aproximación inicial se establecerán en incrementos de 100 ft o 50 m según proceda. La altitud seleccionada no podrá ser inferior a la altitud del procedimiento de hipódromo o del procedimiento de inversión, cuando se requiera alguno de ellos. Además, las altitudes establecidas para el tramo de aproximación inicial no deben ser inferiores a ninguna otra altitud especificada para cualquiera de las partes de los tramos de aproximación intermedia o de aproximación final.

##### **3.2.2 Altitudes mínimas para diferentes categorías de aeronaves**

Cuando se establezcan diferentes altitudes mínimas para diferentes categorías de aeronaves, deberán publicarse procedimientos separados.

##### **3.2.3 Altitud/altura de procedimiento**

Todos los tramos de aproximación inicial tendrán altitudes/alturas de procedimiento establecidas y publicadas. Las altitudes/alturas de procedimiento no serán inferiores a la OCA/H y se establecerán de acuerdo con los requisitos de

control de tránsito aéreo. La altitud/altura de procedimiento del tramo de aproximación inicial debería establecerse de forma que permita a las aeronaves interceptar la pendiente/ángulo de descenso del tramo de aproximación final desde el propio tramo intermedio.

### **3.3 TRAMOS DE APROXIMACIÓN INICIAL (QUE NO SEAN VECTORES RADAR) A BASE DE DERROTAS EN LÍNEA RECTA Y ARCOS DME**

#### **3.3.1 Derrotas**

El ángulo de intersección entre la derrota de aproximación inicial y la de aproximación intermedia no debería exceder de 120°. Cuando dicho ángulo exceda de 70°, deberá identificarse un radial, una marcación, un vector radar o información DME que facilite al menos 4 km (2 NM) de guía [Cat H, 1,9 km (1 NM)] como ayuda para el viraje hacia la derrota intermedia (véase la Figura I-4-3-1). Cuando el ángulo exceda de 120°, deberá considerarse la posibilidad de utilizar una derrota de procedimiento de inversión, de hipódromo o de navegación a estima (DR). Los criterios relativos a dichos procedimientos figuran en 3.4, “Tramo de aproximación inicial utilizando un procedimiento de hipódromo”, 3.5, “Tramo de aproximación inicial utilizando un procedimiento de inversión” y 3.3.3.3, “Área asociada a procedimientos de navegación a estima (DR)”.

#### **3.3.2 Arcos DME**

Un arco puede proporcionar guía de derrota para toda la aproximación inicial o parte de ella. El radio mínimo del arco deberá ser de 13 km (7 NM) [Cat H, 9,3 km (5 NM)]. Un arco puede unirse a una derrota en el punto de referencia intermedio o antes del mismo. Cuando se une con una derrota, el ángulo de intersección del arco y la derrota no debería exceder de 120°. Cuando el ángulo exceda de 70°, se identificará un radial que proporcione guía al menos por 4 km (2 NM) [Cat H, 1,9 km (1 NM)] a fin de facilitar el viraje hacia la derrota intermedia.

#### **3.3.3 Área**

3.3.3.1 El tramo de aproximación inicial carece de longitud normalizada. La longitud será suficiente para permitir los cambios de altitud requeridos por el procedimiento. La anchura se divide en:

- a) un área primaria que se extiende lateralmente 4,6 km (2,5 NM) a cada lado de la derrota; y
- b) un área secundaria que proporciona 4,6 km (2,5 NM) adicionales a cada lado del área primaria (véase la Figura I-4-3-2).

#### **3.3.3.2 Ensanchamiento del área**

Cuando, por requisitos operacionales, una parte cualquiera de la aproximación inicial sea superior a 69 km (37 NM) desde el VOR, o a 52 km (28 NM) desde el NDB, que proporcione guía de derrota, el área comenzará a ensancharse a partir de estas distancias en un ángulo de 7,8° para el caso del VOR y de 10,3° para el NDB. Dentro de esta área, la anchura del área primaria seguirá siendo la mitad de la anchura total del área (véase la Figura I-4-3-3.) para calcular la anchura del área secundaria en un punto dado, véase la Sección 2, Capítulo 1, 1.2.1, “Cálculo de la anchura del área secundaria en un punto dado”.

*Nota.— Véase también el Apéndice B, “Reducción de la anchura del área de una aproximación inicial en línea recta después del IAF y punto de enlace entre el área de aproximación inicial en línea recta y las áreas de procedimiento de inversión” sobre posibles reducciones de la anchura del área en el caso de una aproximación inicial en línea recta.*

#### 3.3.3.3 Área asociada a procedimientos de navegación a estima (DR)

Cuando se utilicen procedimientos con derrota de navegación a estima DR, el área destinada para porciones de viraje del tramo de navegación a estima se calculará para tener en cuenta la velocidad del viento omnidireccional (w) derivada de la siguiente ecuación:

$w = (12h + 87) \text{ km/h}$ , siendo h la altitud en miles de metros; o

$w = (2h + 47) \text{ kt}$ , siendo h la altitud en miles de pies.

El área asociada a la porción recta se deberá expandir para considerar la deriva máxima procedente de una componente del viento desconocida de  $\pm 56 \text{ km/h}$  ( $\pm 30 \text{ kt}$ ) además de  $\pm 5^\circ$  de tolerancia de rumbo, dado que se supone que el piloto ha valorado la velocidad del viento en  $\pm 30 \text{ kt}$  ( $56 \text{ km/h}$ ) en los tramos previos. La longitud mínima de la derrota intermedia interceptada proporcionará suficiente distancia adicional para tener en cuenta dichas tolerancias así como las tolerancias del punto de referencia asociado. Véase el Apéndice A, “Aproximación inicial utilizando navegación a estima (DR)”.

#### 3.3.4 Franqueamiento de obstáculos

El margen de franqueamiento de obstáculos en el área primaria de aproximación inicial deberá ser de, por lo menos, 300 m (984 ft). En el caso del área secundaria, el mínimo será de 300 m (984 ft) para el franqueamiento de obstáculos en el borde interior, para ir reduciéndose linealmente a cero en el borde exterior. Véase la Figura I-2-1-1 en la Sección 2, Capítulo 1. Para calcular el margen de franqueamiento de obstáculos en un punto dado, véase la Sección 2, Capítulo 1, 1.3, “Franqueamiento de obstáculos”.

#### 3.3.5 Pendiente de descenso

El valor óptimo de la pendiente de descenso durante la aproximación inicial es 4,0% (Cat H, 6,5 %). Cuando se requiera una pendiente de descenso mayor para evitar obstáculos, el valor máximo permitido será 8,0% (Cat H, 10 %) o, si la velocidad de aproximación inicial está restringida a 165 km/h IAS (90 kt IAS), 13,2%.

### 3.4 TRAMO DE APROXIMACIÓN INICIAL UTILIZANDO UN PROCEDIMIENTO DE HIPÓDROMO

#### 3.4.1 Generalidades

Los procedimientos de hipódromo se utilizan cuando en un tramo en línea recta no se dispone de distancia suficiente para adecuar la pérdida de altitud necesaria y en caso de que la entrada a un procedimiento de inversión no resulte práctica. Los procedimientos de hipódromo también podrán establecerse como alternativa a los procedimientos de inversión para aumentar la flexibilidad operacional.

### 3.4.2 Forma del procedimiento de circuito de hipódromo

Los circuitos de hipódromo tienen la misma forma que los circuitos de espera, aunque las velocidades de vuelo y los tiempos de alejamiento son diferentes. La derrota de acercamiento constituye normalmente el tramo intermedio o el tramo final del procedimiento de aproximación.

### 3.4.3 Punto de partida

El procedimiento de hipódromo comienza en una instalación o en un punto de referencia designados.

### 3.4.4 Entrada

3.4.4.1 La entrada en un circuito en hipódromo será similar a la entrada en los circuitos de espera que se indican en la Parte II, Sección 4, Capítulo 1, 2.1, con las siguientes consideraciones adicionales:

- a) en caso de entrada desplazada por el Sector 2, el tiempo en la derrota desplazada 30° se limitará a 1 min 30 s, después de lo cual el piloto debería virar para seguir un rumbo paralelo a la derrota de alejamiento. Si el tiempo de vuelo de alejamiento sólo durara 1 min, el tiempo en la derrota desplazada 30° será también de 1 m; y
- b) en caso de entrada paralela, la aeronave *no* volverá directamente a la instalación sin interceptar antes la derrota de acercamiento (al continuar hasta el tramo de aproximación final).

#### 3.4.4.2 Entrada restringida

Cuando sea necesario limitarse a parte del espacio aéreo (o bien por otras razones), la entrada puede restringirse a rutas específicas. La ruta o rutas de entrada restringidas de ese modo se especificarán en el procedimiento. En el Apéndice C se recogen ejemplos de entradas restringidas.

### 3.4.5 Tiempo de alejamiento

3.4.5.1 La duración del vuelo de alejamiento de un procedimiento de hipódromo puede ser de 1 a 3 minutos (especificada en incrementos de 1/2 minuto) para permitir un descenso mayor. Este tiempo puede variar según las categorías de aeronaves (véanse las Tablas I-4-1-1 y I-4-1-2 en la Sección 4, Capítulo 1, para reducir la longitud total del área protegida en casos de espacio aéreo crítico (véase 3.4.5.2, “Tiempos para las diferentes categorías de aeronaves”). En caso de que el espacio aéreo sea crítico y la ampliación más allá de 1 minuto no sea posible, el descenso puede suponer más de una vuelta al circuito de hipódromo de acuerdo con la relación descenso/tiempo establecida en 3.7 (Tabla I-4-3-1).

#### 3.4.5.2 Tiempos para las diferentes categorías de aeronaves

Cuando se especifiquen tiempos diferentes para distintas categorías de aeronaves, se publicarán procedimientos separados.

### 3.4.6 Limitación de la longitud de la derrota de alejamiento

La longitud de la derrota de alejamiento de un procedimiento de hipódromo se puede limitar especificando una distancia DME, o un radial/marcación desde una instalación situada en un punto adecuado (véase 3.6.6, “Utilización del DME o de un radial/marcación de intersección”).

### 3.5 TRAMO DE APROXIMACIÓN INICIAL UTILIZANDO UN PROCEDIMIENTO DE INVERSIÓN

#### 3.5.1 Generalidades

Los procedimientos de inversión se utilizan para establecer la aeronave en acercamiento por una derrota de aproximación intermedia o final, a la altitud deseada. Existen dos tipos de procedimientos de inversión: virajes reglamentarios y virajes de base. Ambos consisten en una derrota de alejamiento seguida de una maniobra de viraje que invierte la dirección hacia la derrota de acercamiento. Los procedimientos de inversión se utilizan cuando:

- a) la aproximación inicial comienza en una instalación (o en un punto de referencia en el caso de un viraje reglamentario) que se encuentra en el aeródromo o en sus proximidades; o
- b) sea necesario efectuar un viraje de más de 70° en el IF, y no se disponga de radial, rumbo, vector radar, derrota de navegación a estima, o información DME para facilitar el viraje hacia la derrota intermedia; o
- c) sea necesario efectuar un viraje de más de 120° (90° para ILS, véase la Parte II, Sección 1, Capítulo 1, 1.2.2, “Alineación en el tramo de aproximación inicial”) en el IF.

Las características de cada procedimiento de inversión se describen a continuación.

#### 3.5.2 Punto de partida

El punto de partida para un viraje de base será una instalación. El punto de partida para un viraje reglamentario será una instalación o un punto de referencia. El procedimiento de inversión puede ir precedido de una maniobra en un circuito de espera convenientemente ubicado.

#### 3.5.3 Entrada

La entrada a un procedimiento de inversión debería realizarse desde  $\pm 30^\circ$  de la derrota de alejamiento (véanse las Figuras I-4-3-4 y I-4-3-5). Cuando se desee realizar la entrada desde derrotas fuera de estos límites, se deberá prever un espacio aéreo adecuadamente protegido para que el piloto pueda maniobrar hacia la derrota de alejamiento. Dichas maniobras deberán ser acordes con los procedimientos de entrada asociados a un circuito de espera convenientemente ubicado que deberá estar indicado en la carta de aproximación (véase la Figura I-4-3-6).

#### 3.5.4 Tipos de procedimientos de inversión

Los tipos de procedimientos de inversión admisibles se recogen en la Figura I-4-3-7 y se describen como sigue:

3.5.4.1 El *viraje reglamentario de 45°/180°* se inicia en una instalación o en un punto de referencia y consiste en:

- a) un tramo en línea recta con guía de derrota; dicho tramo puede cronometrarse o bien limitarse por medio de un radial o una distancia DME (véase 3.5.5, “Tiempo de alejamiento” y 3.5.6, “Limitación de la longitud de las derrotas de alejamiento”);
- b) un viraje de 45°;
- c) un tramo en línea recta sin guía de derrota. Dicho tramo está cronometrado de la siguiente forma:
  - 1) 1 minuto desde el inicio del viraje para aeronaves de las Categorías A, B y H; y

- 2) 1 minuto y 15 segundos desde el inicio del viraje para aeronaves de las Categorías C, D y E; y
- d) un viraje de 180° en sentido opuesto para interceptar la derrota de acercamiento.

3.5.4.2 El *viraje reglamentario de 80°/260°* se inicia en una instalación o en un punto de referencia y consiste en:

- a) un tramo en línea recta con guía de derrota; dicho tramo puede cronometrarse o limitarse mediante un radial o una distancia DME (véase 3.5.5, “Tiempo de alejamiento” y 3.5.6, “Limitación de la longitud de las derrotas de alejamiento”);
- b) un viraje de 80°; y
- c) un viraje de 260° en sentido opuesto para interceptar la derrota de acercamiento.

ADVERTENCIA: Los virajes reglamentarios de 45°/180° y de 80°/260° son mutuamente alternativos, por lo que el área de protección se debe construir con el propósito de permitir los dos procedimientos, salvo que uno de ellos esté específicamente excluido (véase 3.6.4).

3.5.4.3 *El viraje de base* consiste en una derrota de alejamiento especificada, que puede cronometrarse o limitarse mediante un radial o una distancia DME (véase 3.5.5, “Tiempo de alejamiento” y 3.5.6, “Limitación de la longitud de las derrotas de alejamiento”), seguida de un viraje para interceptar la derrota de acercamiento. La divergencia entre derrotas de alejamiento y acercamiento ( $\phi$ ) se calculará de la siguiente forma:

- a) para una velocidad verdadera (TAS) inferior o igual a 315 km/h (170 kt):  $\phi = 36/t$ ; y
- b) para una TAS que exceda de 315 km/h (170 kt):

$$\phi = (0,116 \times TAS)/t, \text{ donde TAS está expresada en km/h}$$

$$\phi = (0,215 \times TAS)/t, \text{ donde TAS está expresada en kt}$$

siendo  $t$  el tiempo en minutos especificado para el tramo de alejamiento, mientras TAS corresponde a la máxima velocidad indicada (IAS) especificada para el procedimiento.

3.5.4.4 *Derrotas de alejamiento o cronometraje según las categorías de aeronaves.* Cuando se especifiquen diferentes derrotas de alejamiento o cronometrajes para diferentes categorías de aeronaves, se deberán publicar procedimientos separados.

### 3.5.5 Tiempo de alejamiento

Cuando proceda, se especificará el tiempo de alejamiento de los procedimientos de inversión. Normalmente deberán especificarse como tiempos entre 1 y 3 minutos, con incrementos de 1/2 minuto. El tiempo puede variar según la categoría de la aeronave (véanse las Tablas I-4-1-1 y I-4-1-2 de la Sección 4, Capítulo 1) con el fin de reducir la longitud total de la zona protegida en el caso de que el espacio aéreo sea crítico. La ampliación del cronometraje de alejamiento que exceda de los 3 minutos sólo debe considerarse en circunstancias excepcionales.

### 3.5.6 Limitación de la longitud de las derrotas de alejamiento

La longitud de la derrota de alejamiento de un procedimiento de inversión puede limitarse especificando una distancia DME o un radial/marcación desde una instalación adecuadamente situada (véase 3.6.6, “Utilización del DME o de un radial/marcación de intersección”).



### 3.6 ÁREAS DEL PROCEDIMIENTO DE HIPÓDROMO Y DEL PROCEDIMIENTO DE INVERSIÓN

#### 3.6.1 Generalidades

Las áreas que han de tener en cuenta los procedimientos de hipódromo y los procedimientos de inversión descritos en 3.4 y 3.5 deberán basarse en la aplicación de los parámetros de área especificados en 3.6.2 que pueden aplicarse mediante métodos estadísticos o en base a tolerancias adicionales.

#### 3.6.2 Parámetros de área

Los parámetros en los que se basan los procedimientos de hipódromo y los procedimientos de inversión son:

- a) *altitud (h)*: la altitud especificada para la que se ha diseñado el área;
- b) *temperatura*: atmósfera internacional normalizada (ISA) para la altitud especificada más 15° C;
- c) *velocidad indicada (IAS)*: La categoría de velocidad reglamentaria más elevada para la que se ha diseñado el área (véanse las Tablas I-4-1-1 y I-4-1-2 de la Sección 4, Capítulo 1);
- d) *velocidad verdadera (TAS)*: IAS en c) ajustada para la altitud a) y temperatura b);
- e) *velocidad del viento (w)*: Omnidireccional para la altitud h establecida;

$w = (12 h + 87) \text{ km/h}$  donde h está expresada en miles de metros

$w = (2 h + 47) \text{ kt}$  donde h está expresada en miles de pies o

cuando se disponga de datos estadísticos adecuados, se podrá utilizar la probabilidad máxima de 95% de viento omnidireccional (véase la Parte II, Sección 4, Capítulo 1, 1.3.6, “Velocidad del viento”);

- f) *ángulo de inclinación lateral medio efectuado*: 25° o el ángulo de inclinación lateral correspondiente a una velocidad de viraje de 3° por segundo, de ambos el que sea menor;

*Nota.— Si el valor de TAS fuera mayor que 315 km/h (170 kt), el ángulo de inclinación lateral siempre habrá de ser 25°.*

- g) *área de tolerancia del punto de referencia*: según proceda de acuerdo al tipo de instalación o de punto de referencia y al tipo de entrada; y
- h) *tolerancia técnica de vuelo* formada por las siguientes variables (véase la Figura I-4-3-8):
  - 1) tolerancia de cronometraje de alejamiento,  $\pm 10 \text{ s}$ ;
  - 2) tiempo de reacción del piloto, de 0 a + 6 s;
  - 3) establecimiento del ángulo de inclinación lateral, + 5 s; y
  - 4) tolerancia de rumbo  $\pm 5^\circ$ .

### 3.6.3 Supuestos operacionales

Los supuestos operacionales asociados a criterios de diseño de los procedimientos de hipódromo y de inversión son:

- a) *inicio del cronometraje de alejamiento — procedimientos de hipódromo:*
  - 1) para procedimientos de hipódromo que utilicen una instalación — el cronometraje de alejamiento se inicia al pasar por la instalación o en el momento en que se disponga de un rumbo de alejamiento adecuado, lo que ocurra más tarde; y
  - 2) para procedimientos de hipódromo que utilicen un punto de referencia — el cronometraje de alejamiento adecuado se inicia en el momento en que se obtenga del rumbo de alejamiento;
- b) *ajuste de la derrota de alejamiento — procedimientos de hipódromo.* La derrota de alejamiento para procedimientos de hipódromo siempre deberá ajustarse para evitar cruzar la derrota nominal de acercamiento antes del viraje final; y
- c) *corrección del efecto del viento por el piloto:*
  - 1) para procedimientos de hipódromo, el área se debería calcular y trazar para la categoría de aeronaves de mayor velocidad que se deba considerar. Aunque el área basada en aeronaves de baja velocidad [es decir, 165 km/h (90 kt)] en condiciones de viento fuerte en ocasiones puede ser mayor que el área así construida, se considera que los ajustes operacionales normales efectuados por los pilotos de dichas aeronaves bastarán para mantener a las mismas dentro del área; y
  - 2) para virajes de base y reglamentarios, no obstante, se debería verificar el área para 165 km/h (90 kt). En el *Manual de plantillas para procedimientos de espera, inversión e hipódromo* (Doc 9371) figura una plantilla adicional para estos procedimientos.

### 3.6.4 Construcción de área

#### 3.6.4.1 Construcción del área por métodos estadísticos

Cuando se utilicen métodos estadísticos para combinar variables y extrapolar distribuciones con el objeto de construir áreas, el nivel de probabilidad asociado a dicha extrapolación debería satisfacer un nivel de seguridad aceptable.

#### 3.6.4.2 Construcción del área con tolerancia adicional

Se pueden utilizar diversos métodos para construir áreas. Para cualquiera que se escoja, resultan aplicables tanto los criterios de diseño de procedimientos establecidos en 3.5, “Tramo de aproximación inicial utilizando un procedimiento de inversión”, como los parámetros de área establecidos en 3.6.2, “Parámetros de área”. En el Apéndice C se describen un método de tolerancias adicionales y la técnica de trazado de plantillas (TTT).

*Nota.— En el Apéndice C también se incluye un método de construcción de un área rectangular simplificada (basado en áreas TTT) para aplicar en casos en que el espacio aéreo no es crítico.*

### 3.6.5 Reducción del área

El área puede reducirse en circunstancias especiales. Los métodos de reducción incluyen:

- a) reducción de la(s) velocidad(es) máxima(s) reglamentaria(s). No se especificarán aquellas velocidades por debajo del valor mínimo para aproximación inicial de una determinada categoría de aeronaves (véanse las Tablas I-4-1-1 y I-4-1-2 de la Sección 4, Capítulo 1). Cuando se construyan procedimientos excluyendo determinadas categorías de aeronaves por razones de velocidad, esto se deberá indicar explícitamente;
- b) restricción del uso del procedimiento para categorías específicas de aeronaves;
- c) restricción de la entrada al procedimiento a derrota(s) específica(s); y
- d) utilización del DME o de un radial/marcación para limitar la derrota de alejamiento (véase 3.6.6, “Utilización del DME o de un radial/marcación de intersección”).

### 3.6.6 Utilización del DME o de un radial/marcación de intersección

Si se usa el DME o un radial/marcación de intersección para limitar el tramo de alejamiento, se podrá reducir el área realizando los ajustes adecuados descritos en el Apéndice C, en tal caso la distancia o el radial/marcación límite deberá prever el tiempo suficiente para efectuar el descenso especificado. La distancia en la derrota de alejamiento se verá así limitada por razón de tiempo o por alcanzar la distancia DME o el radial/marcación límite; lo que ocurra antes.

### 3.6.7 Áreas secundarias

Las áreas secundarias se añadirán a los límites exteriores de toda área que se construya utilizando los criterios que figuran en 3.6.4, “Construcción del área”. La anchura del área secundaria es de 4,6 km (2.5 NM).

*Nota.— Véase el Apéndice B, “Reducción de la anchura del área de una aproximación inicial en línea recta después del IAF y punto de enlace entre el área de aproximación inicial en línea recta y las áreas de procedimiento de inversión” para posibles reducciones de anchura de un área secundaria.*

## 3.7 RELACIÓN DESCENSO MÁXIMO/TIEMPO NOMINAL DE ALEJAMIENTO PARA UN PROCEDIMIENTO DE INVERSIÓN O DE HIPÓDROMO

### 3.7.1 Generalidades

Dado que la longitud real de una derrota puede variar, no resulta posible especificar una pendiente de descenso para un procedimiento de hipódromo ni para un procedimiento de inversión. En vez, los descensos máximos que pueden especificarse para las derrotas de alejamiento y de acercamiento del procedimiento figuran en la Tabla I-4-3-1 como una función del tiempo nominal de alejamiento.

*Nota.— Cuando se especifica un viraje reglamentario de 45°, al calcular el alejamiento a descenso máximo puede añadirse 1 minuto de tiempo adicional al tiempo nominal de alejamiento.*

Ejemplo: Procedimiento de inversión con derrota de alejamiento de 2,5 minutos (aeronaves de Categoría A y B):

- a) descenso máximo que ha de especificarse en la derrota de alejamiento = 612 m (2 010 ft); y
- b) descenso máximo que ha de especificarse en la derrota de acercamiento = 500 m (1 638 ft).

### 3.7.2 Virajes

Al calcular los descensos máximos, se considerará que durante los virajes no se efectúa ningún descenso.

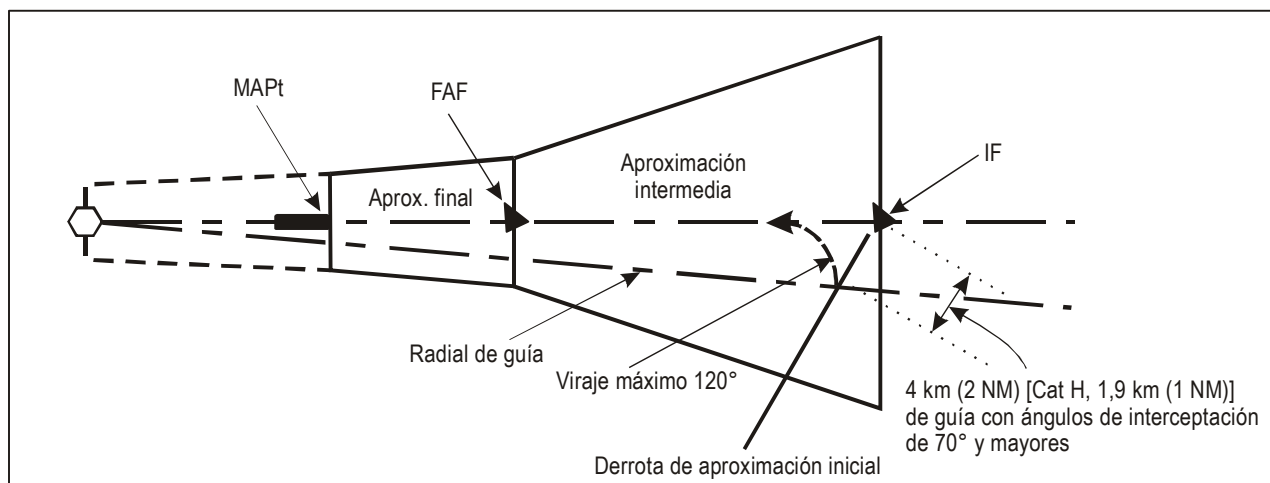
## 3.8 FRANQUEAMIENTO DE OBSTÁCULOS

Las altitudes mínimas establecidas tanto para los procedimientos de hipódromo como para los procedimientos de inversión no deberán ser inferiores a 300 m (984 ft) por encima de obstáculos situados en las correspondientes áreas primarias. En cuanto a las áreas secundarias, las altitudes mínimas para el franqueamiento de obstáculos deberán ser de 300 m (984 ft) en el borde interior, reduciéndose linealmente a cero en el borde exterior. Véase el Capítulo 1, 1.6, “Franqueamiento de obstáculos”.

**Tabla I-4-3-1. Descenso máximo/mínimo que se debe especificar en procedimientos de inversión y de hipódromo**

		<i>Máximo*</i>	<i>Mínimo*</i>
Derrota de alejamiento	Cat A/B	245 m/min (804 ft/min)	N/A
	Cat C/D/E/H	365 m/min (1 197 ft/min)	N/A
Derrota de acercamiento	Cat A/B	200 m/min (655 ft/min)	120 m/min (394 ft/min)
	Cat H	230 m/min (755 ft/min)	N/A
	Cat C/D/E	305 m/min (1 000 ft/min)	180 m/min (590 ft/min)

\* Descenso máximo/mínimo para un tiempo nominal de alejamiento de 1 minuto en m (ft). Para velocidades máximas de descenso relacionadas con un tramo de aproximación final, véase el Capítulo 5, 5.3.



**Figura I-4-3-1. Radial de guía para virajes de más de 70°**

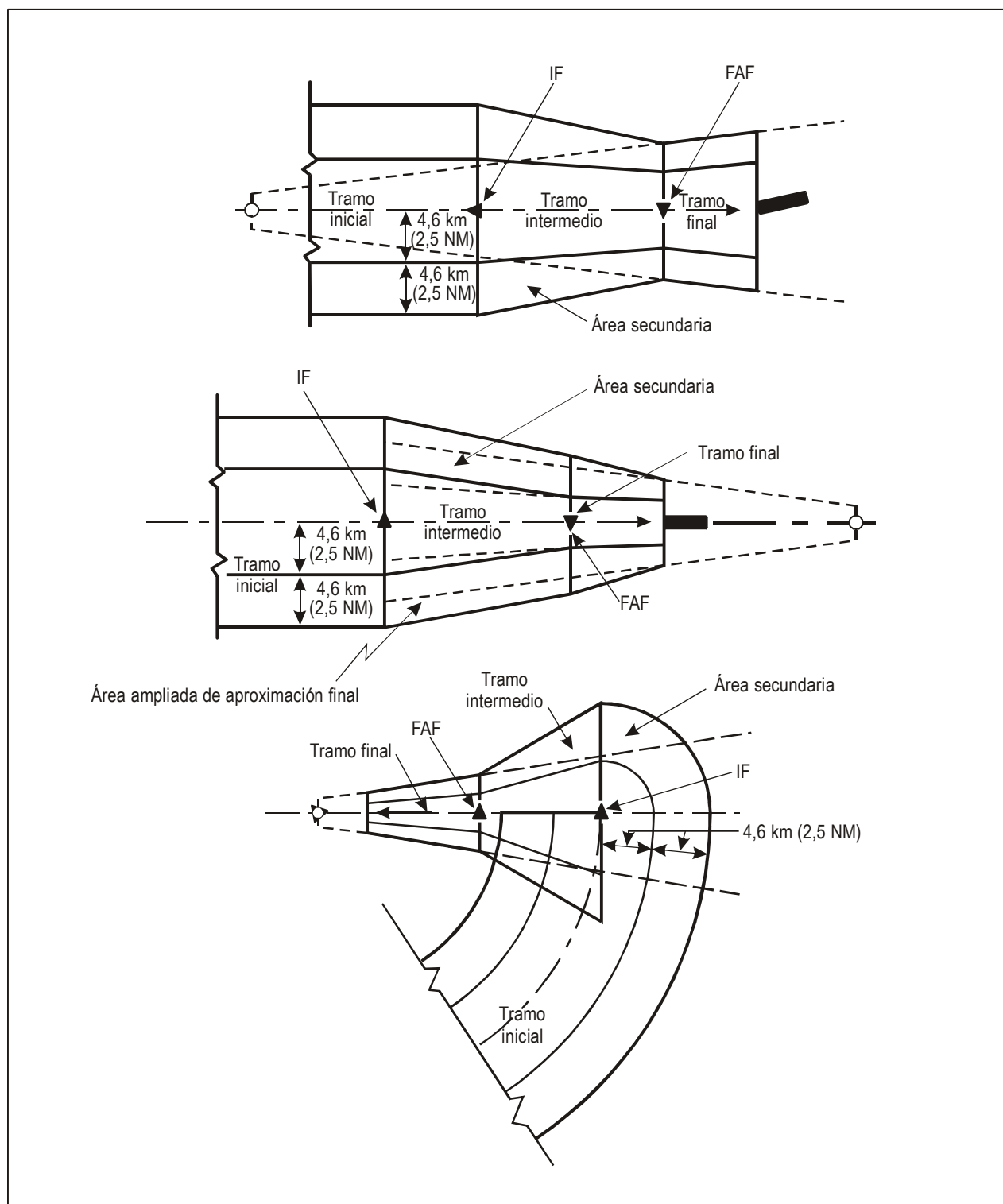
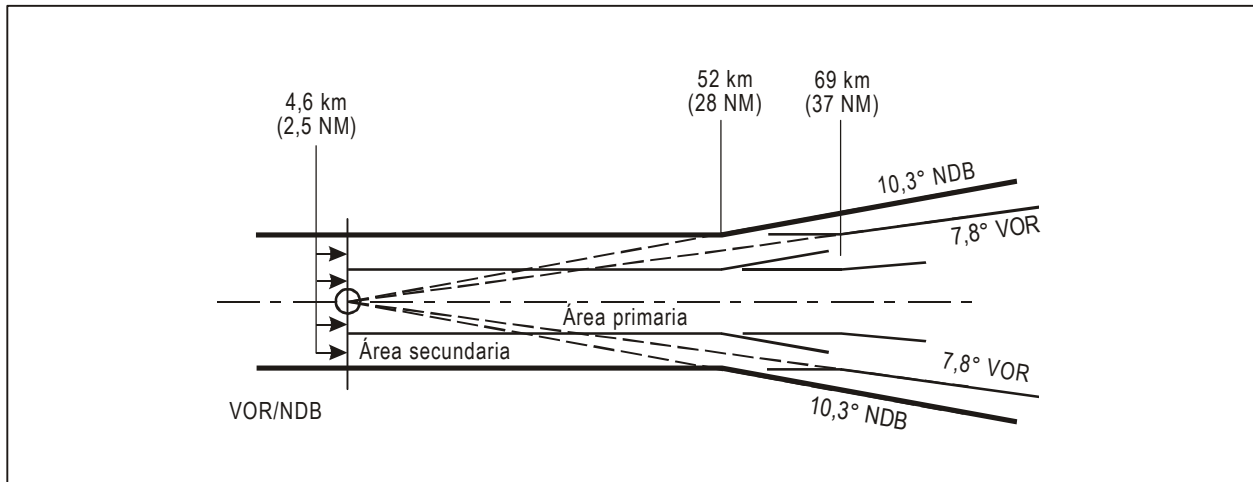
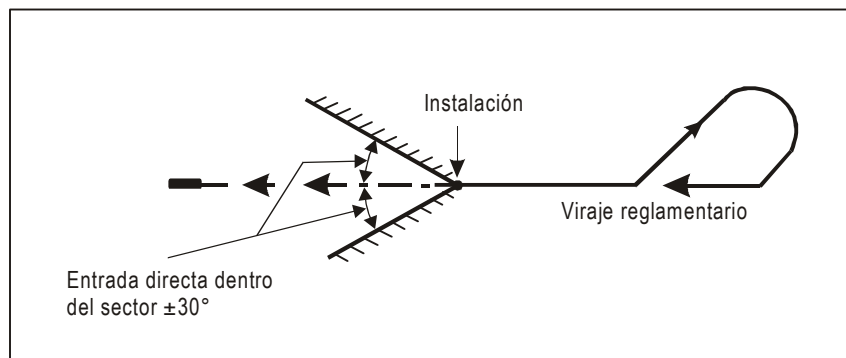


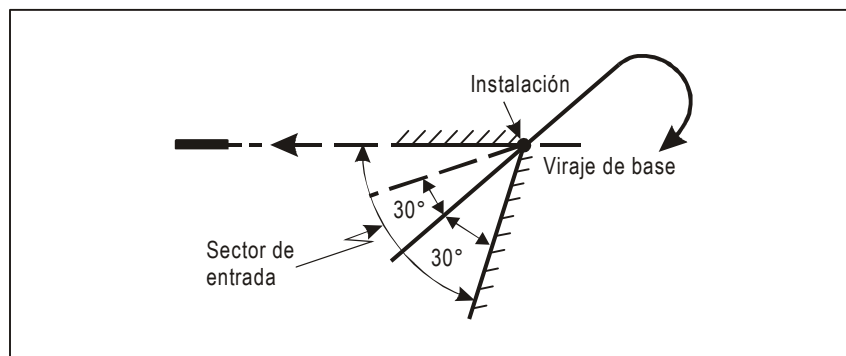
Figura I-4-3-2. Tramos típicos (vista en planta)



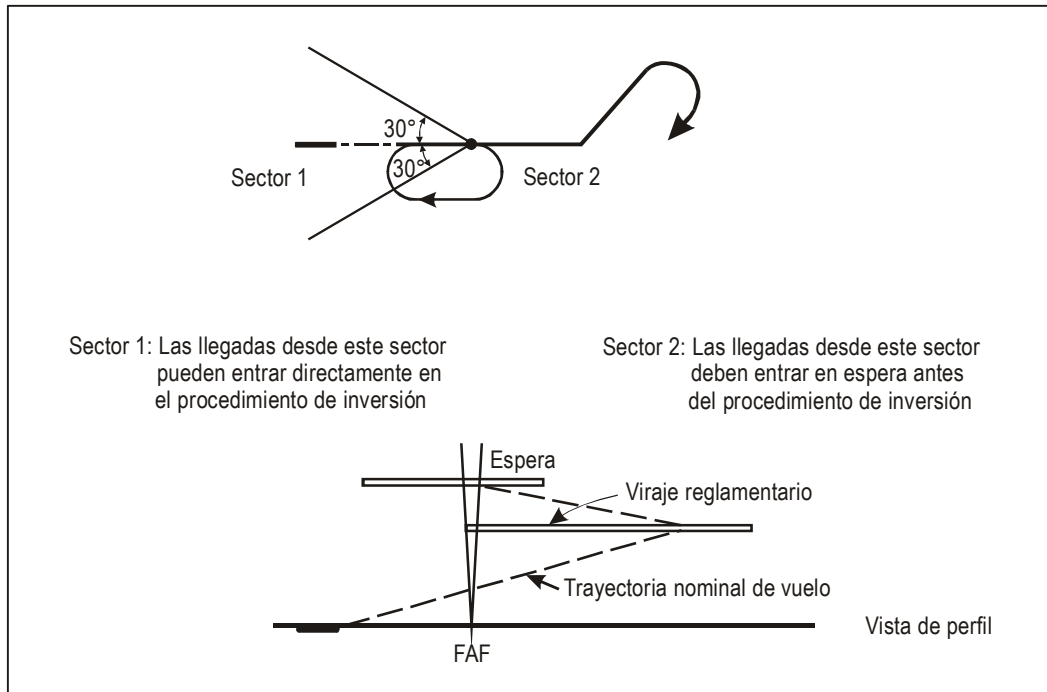
**Figura I-4-3-3. Área de aproximación inicial utilizando tramos de derrota en línea recta**



**Figura I-4-3-4. Entrada al viraje reglamentario**



**Figura I-4-3-5. Entrada al viraje de base**



**Figura I-4-3-6. Ejemplo de llegada omnidireccional utilizando un procedimiento de espera en combinación con un procedimiento de inversión**

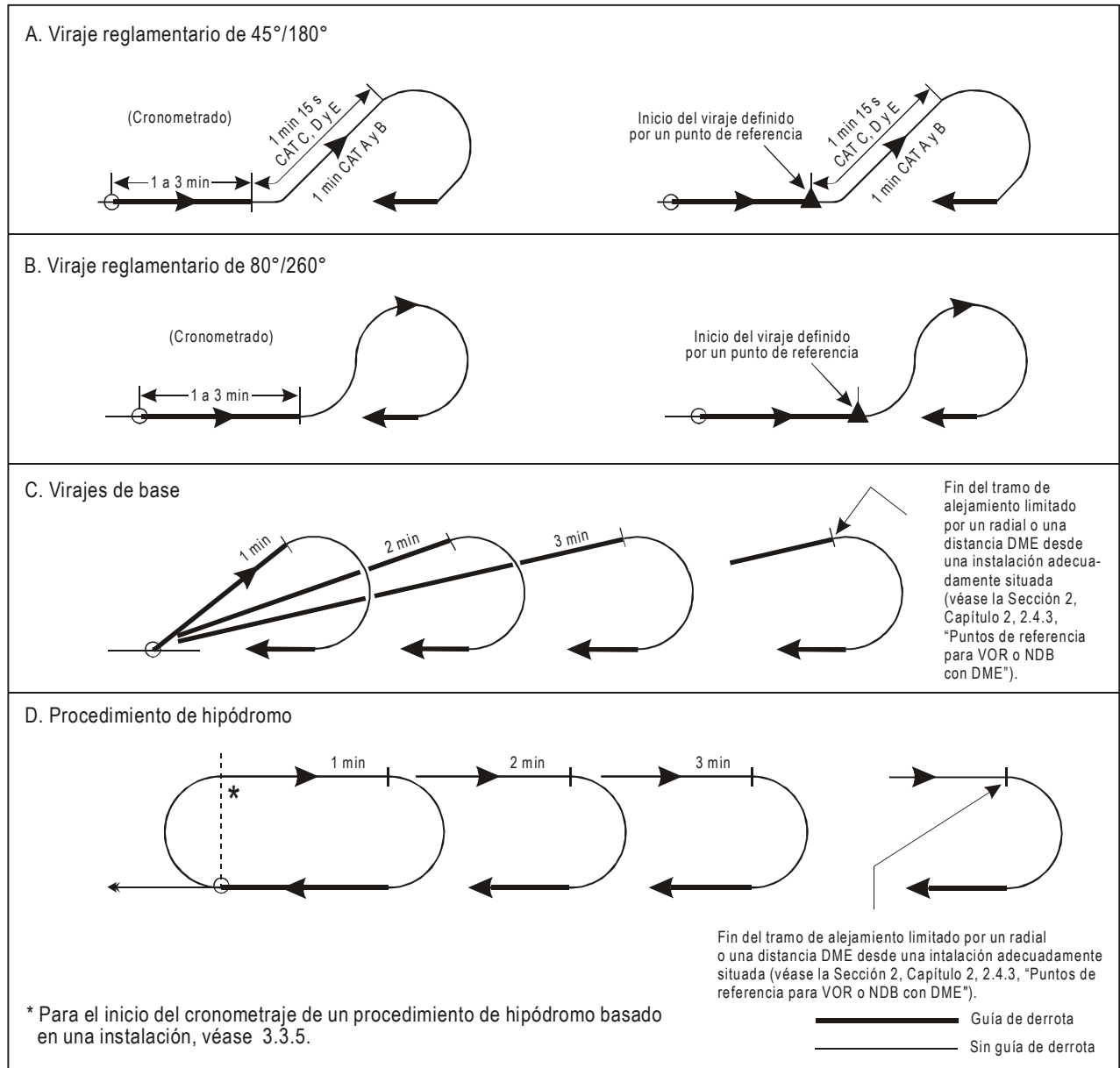


Figura I-4-3-7. Tipos de procedimientos de inversión y de hipódromo



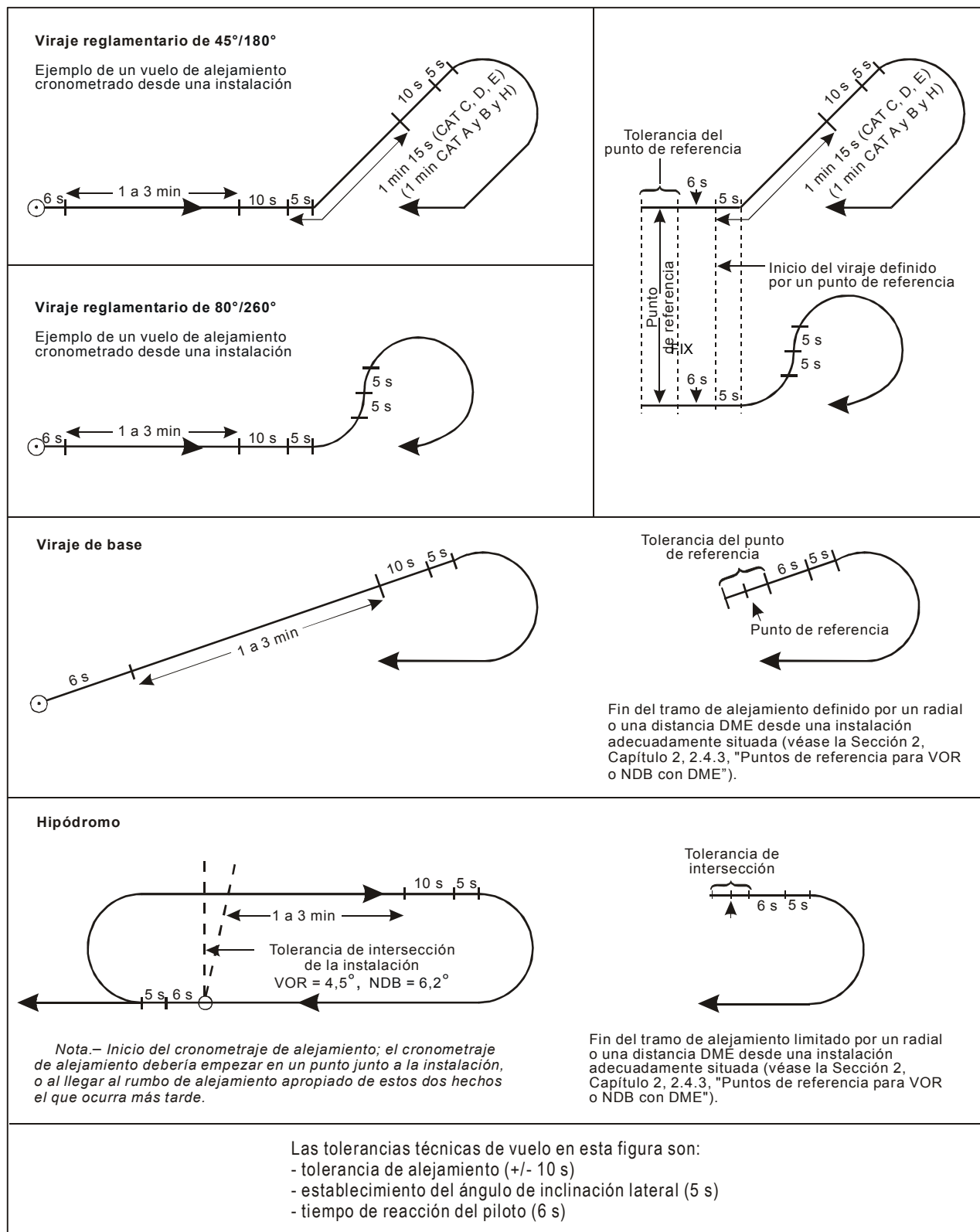


Figura I-4-3-8. Aplicación de tolerancias técnicas de vuelo



## **Apéndice A del Capítulo 3**

### **APROXIMACIÓN INICIAL UTILIZANDO NAVEGACIÓN A ESTIMA (DR)**

#### **1. GENERALIDADES**

##### **1.1 Objetivos**

1.1.1 El procedimiento de derrota por navegación a estima (DR) puede utilizarse para reducir el ángulo de viraje a la derrota de aproximación final cuando, de otra forma, el viraje excedería los límites establecidos en la Parte II, Sección 1, Capítulo 1, 1.2.2 “Alineación en el tramo de aproximación inicial”. Los objetivos principales son:

- a) ahorrar tiempo y espacio aéreo evitando una maniobra de inversión;
- b) facilitar a los pilotos un circuito de vuelo cómodo. Las probabilidades de sobrepasar la derrota de aproximación final con una derrota DR de interceptación adecuadamente diseñada son menores que en el caso de iniciar un gran viraje mediante un radial de guía; y
- c) proporcionar flexibilidad al control de tránsito aéreo (ATC) diseñando tramos de derrota DR de diferente longitud para dar cabida a dos gamas de velocidad. De esta manera será posible asignar a un avión más lento, que precede a uno más rápido, una derrota más corta para beneficio de ambas aeronaves.

1.1.2 Se podrán diseñar varias derrotas DR utilizando los criterios contenidos en este apéndice. De esta manera, el ATC podrá variar la derrota inicial de una aeronave bajo vigilancia radar asignando a dicha aeronave un número de derrota. Y en caso de ser necesaria una guía vectorial radar, esta derrota proporcionará al ATC una referencia (en la pantalla de radar) que indique la mejor manera de proceder desde el punto de referencia de aproximación inicial (IAF) hasta el punto de aproximación final (FAP).

##### **1.2 Instalaciones requeridas para la navegación**

Este tipo de procedimiento requiere dos VOR o bien un VOR/DME para definir el punto de referencia en que se inicia la derrota DR. La guía de derrota en aproximación final e intermedia la puede proporcionar un VOR, un NDB o un localizador (LOC). Dado que este procedimiento es para ser utilizado en aeródromos grandes, se ha representado gráficamente para el caso del sistema de aterrizaje por instrumentos (ILS). Si alguna parte del tramo DR entre la posición nominal del punto inicial y el rumbo del localizador queda fuera de la cobertura operacional del localizador, se precisará una instalación de recalada en las proximidades de la derrota de aproximación final (por ejemplo en el aeródromo).

*Nota.— En caso de aproximaciones que no sean de precisión, las áreas deberán adaptarse al tipo de instalación que proporcione guía en aproximación final.*

## 2. PARÁMETROS

### 2.1 Velocidad de las aeronaves

- *Aeronaves de Categoría A y B*: velocidad indicada (IAS) de 165 a 335 km/h (90 a 180 kt); y
- *aeronaves de Categoría C, D y E*: IAS de 335 a 465 km/h (180 a 250 kt).

Las velocidades verdaderas (TAS) correspondientes se calculan teniendo en cuenta los siguientes factores:

- a) *temperatura*: atmósfera internacional normalizada (ISA) + 15°C; y
- b) *altitud*: 1 500 m (5 000 ft) y 3 000 m (10 000 ft).

### 2.2 Velocidad del viento

Se utilizará un viento omnidireccional. La velocidad del viento (w) en km/h (kt) se determina mediante la fórmula:

$$w = (12 h + 87) \text{ km/h, donde } h \text{ está expresada en miles de metros}$$

$$w = (2 h + 47) \text{ kt, donde } h \text{ está expresada en miles de pies.}$$

No obstante, para la parte en línea recta del tramo a estima, se tendrá en cuenta un viento omnidireccional de 56 km/h (30 kt), lo que supone que el piloto conoce la velocidad del viento en el aeródromo y ha valorado el viento como no mayor que 56 km/h (30 kt) en el tramo anterior, cuya longitud estará especificada en las cartas de aproximación.

### 2.3 Tolerancias técnicas de vuelo

- a) *Ángulo de inclinación lateral*: 25° o el ángulo correspondiente a una velocidad de viraje de 3° por segundo, de ambos el que sea menor.
- b) *Tolerancias*:
  - 1) tiempo de reacción del piloto: de 0 a + 6 s;
  - 2) tiempo para establecer la inclinación lateral: + 5 s; y
  - 3) tolerancia de rumbo:  $\pm 5^\circ$ .

### 2.4 Tolerancias de los puntos de referencia

Se determinan teniendo en cuenta la precisión de la instalación utilizada:

- a) instalación VOR que proporcione guía de derrota:  $\pm 5,2^\circ$ ;
- b) instalación VOR de intersección:  $\pm 4,5^\circ$ ; y
- c) indicaciones de distancia DME: 0,46 km (0,25 NM) + 1,25 % de la distancia a la antena.

## 2.5 Tabla de valores básicos

Véase la Tabla I-4-3-Ap A-1.

# 3. CONSTRUCCIÓN DE DERROTAS

## 3.1 Generalidades

3.1.1 *Tipos de procedimientos.* Debería hacerse una distinción entre dos tipos de procedimientos:

- a) procedimientos de tipo “U” (véase la Figura I-4-3-Ap A-1) en los que el viraje anterior al tramo de navegación a estima y el viraje de incorporación a la derrota de aproximación final se efectúan en la misma dirección; y
- b) procedimientos de tipo “S” (véase la Figura I-4-3-Ap A-2) en los que ambos virajes se efectúan en direcciones opuestas.

3.1.2 *Componentes de los procedimientos.* Ambos procedimientos pueden dividirse en:

- a) *Primer tramo de la aproximación inicial.* Esta derrota se define mediante un radial VOR. Para limitar el área de tolerancia asociada con el punto de inicio del viraje anterior al tramo de navegación a estima, la longitud de esta derrota no deberá exceder de 56 km (30 NM).
- b) *Tramo de navegación a estima*
  - 1) *Orientación.* En todos los casos, el ángulo entre la derrota de navegación a estima y la trayectoria de aproximación final deberá ser de 45°.
  - 2) *Longitud.* La longitud máxima es de 19 km (10 NM). La longitud mínima se calcula de manera que una aeronave, en las peores condiciones de viento, pueda completar el viraje anterior al tramo de navegación a estima antes de iniciar el viraje hacia la derrota de aproximación final. La longitud mínima depende del tipo de procedimiento.
- c) *Tramo de aproximación intermedia.* El tramo de aproximación intermedia comienza donde la derrota DR intercepta la derrota de aproximación intermedia. En este punto se requiere un punto de referencia intermedio. La longitud mínima del tramo de aproximación intermedia depende de la velocidad y la altitud (véase la Tabla I-4-3-Ap A-3). La longitud mínima de este tramo se calcula de forma que permita que una aeronave con un ángulo de llegada de 45° — sin más información sobre el inicio del viraje de incorporación que la proporcionada por el ILS — pueda incorporarse y estabilizarse en la derrota de aproximación intermedia aún en las condiciones más adversas.

## 3.2 Características de los procedimientos de tipo “S”

3.2.1 Este tipo de procedimientos presenta menos restricciones que el procedimiento anterior (véase la Figura I-4-3-Ap A-2).

3.2.2 *Punto de inicio del viraje hacia la derrota DR.* El punto de inicio estará definido por un punto de referencia para el cual la tolerancia no excederá de  $\pm 3,7$  km ( $\pm 2,0$  NM).

3.2.3 *Longitud mínima del tramo DR.* La longitud mínima del tramo de navegación a estima que haya que adoptar tendrá uno de los siguientes valores:

- a) punto de inicio del viraje definido por intersección VOR: 9 km (5 NM); y
- b) punto de inicio del viraje definido por indicación VOR/DME: 7 km (4 NM).

Estos valores son adecuados suponiendo que la longitud del primer tramo no exceda de 19 km (10 NM); en caso contrario, deberán incrementarse en el 15% de la distancia que sobrepase los 19 km (10 NM). **Ejemplo:** Punto inicial del viraje definido por intersección VOR; para un primer tramo de 37 km (20 NM), la longitud del tramo DR no deberá ser inferior a 10,5 km o 6,5 NM.

### 3.3 Características de los procedimientos de tipo “U”

3.3.1 *Posición del punto de referencia de aproximación inicial (IAF).* El IAF puede ser una instalación (VOR o VOR/DME) o un punto de referencia desde el que se disponga de guía de derrota. Esta instalación o este punto de referencia deberá encontrarse fuera de un sector comprendido entre la trayectoria de aproximación final y la línea recta L (véase la Figura I-4-3-Ap A-1). La recta L se determina de la forma siguiente:

- a) Desde el FAP trazar una línea D en un ángulo  $\Psi$  a la trayectoria de aproximación final.

La longitud de D varía según el tipo de instalación. Las longitudes para cada tipo figuran en la Tabla I-4-3-Ap A-3.

- b) En el punto final de la línea D, trazar una línea L perpendicular a la línea D.

3.3.1.1 Los valores de  $\Psi$  se determinaron de la forma siguiente:

- a) tomando el ángulo ( $45^\circ$ ) entre el tramo de navegación a estima y el eje del ILS;
- b) sumando el ángulo máximo entre el primer tramo del tramo de aproximación inicial y el tramo de navegación a estima:
  - 1)  $45^\circ + 120^\circ = 165^\circ$  para VOR/DME; y
  - 2)  $45^\circ + 105^\circ = 150^\circ$  para VOR/VOR;
- c) tomando el total de los pasos 1 y 2 y restándolo de 180. Obteniendo así el ángulo mínimo entre el primer tramo de la aproximación inicial y el inverso del eje del ILS:
  - 1)  $180^\circ - 165^\circ = 15^\circ$  para VOR/DME; y
  - 2)  $180^\circ - 150^\circ = 30^\circ$  para VOR/VOR;
- d) restando el valor obtenido en c) de  $90^\circ$  para obtener la dirección de la perpendicular:
  - 1)  $90^\circ - 15^\circ = 75^\circ$  para VOR/DME; y
  - 2)  $90^\circ - 30^\circ = 60^\circ$  para VOR/VOR; y

e) restando un valor intermedio de 5° como tolerancia técnica para obtener los siguientes valores:

1) 70° para VOR/DME; y

2) 55° para VOR/VOR.

### 3.3.2 Limitación del ángulo del viraje anterior al tramo de navegación a estima

a) *Punto inicial del viraje definido por la intersección de radiales VOR.* El ángulo entre el primer tramo de la aproximación inicial y el tramo de navegación a estima no deberá exceder de 105°. El ángulo de intersección de los radiales VOR no deberá ser de menos de 45° (véase la Figura I-4-3-Ap A-1); y

b) *punto inicial del viraje definido por un punto de referencia VOR/DME.* En este caso el ángulo del viraje no deberá exceder de 120°.

*Nota.— Si una instalación de recalada ubicada en la derrota de aproximación final en las proximidades del FAP permite al piloto controlar el desarrollo del viraje anterior al tramo DR, las condiciones establecidas en 3.3.1, “Posición del punto de referencia de aproximación inicial (IAF)” y 3.3.2, “Limitación del ángulo del viraje anterior al tramo de navegación a estima” podrán ser menos rigurosas.*

### 3.3.3 Longitud mínima del tramo de navegación a estima

La longitud mínima del tramo de navegación a estima depende de los siguientes parámetros:

a) velocidad de la aeronave;

b) ángulo de viraje;

c) definición del punto inicial del viraje;

d) altitud; y

e) longitud del primer tramo de la aproximación inicial.

Las longitudes de tramo apropiadas a los ángulos de viraje escogidos figuran en las Tablas I-4-3-Ap A-4 a I-4-3-Ap A-7. Para determinar valores intermedios se puede aplicar la interpolación lineal.

*Nota.— Todos los valores que figuran en las tablas son adecuados, siempre que la longitud del primer tramo no exceda de 19 km (10 NM). En caso contrario, dichos valores deberían incrementarse en el 10% de la distancia que exceda los 19 km (10 NM). Ejemplo: Tabla I-4-3-Ap A-7, ángulo de viraje: <45°. Si la longitud del primer tramo fuera de 22 km (12 NM), las longitudes mínimas del tramo DR serán 6,3 y 9,3 km o 3,7 y 5,2 NM.*

## 4. ÁREAS

### 4.1 Áreas asociadas a los procedimientos de tipo “U”

(Véanse las Figuras I-4-3-Ap A-3 y I-4-3-Ap A-4)

4.1.1 *Área de aproximación inicial para el primer tramo.* Se establece de acuerdo con los criterios de la Parte III, Capítulo 3, 3.3.3, “Área”.

#### 4.1.2 Área para el viraje y para el tramo de navegación a estima.

a) *Borde interior, área primaria.* Unir el punto A con el punto B.

- 1) el punto A se encuentra en la superficie OAS “X” junto al FAP, en el lado del tramo DR.
- 2) el punto B se encuentra en el primer tramo de la aproximación inicial a una distancia D antes del punto nominal de inicio del viraje, donde:

$D = 4,6 \text{ km (2,5 NM)}$  cuando está definida por la intersección de radiales VOR;

$D = 1,9 \text{ km (1,0 NM)}$  cuando está definida por la indicación VOR/DME.

b) *Borde interior, área secundaria.* El área secundaria asociada al primer tramo de la aproximación inicial terminará en el interior del viraje sobre esta línea recta.

c) *Borde exterior, área primaria.* Se define mediante:

- 1) un arco circular con centro en el punto inicial del viraje cuyo radio R es función de la velocidad y de la altitud de la aeronave. En las Tablas I-4-3-Ap A-8 y I-4-3-Ap A-9 figuran los valores del radio R;
- 2) una línea recta tangente al arco que diverge hacia el exterior con un ángulo  $\theta$  hasta la derrota de navegación a estima según la velocidad de la aeronave, siendo:

$\theta = 22^\circ$  para IAS 165/335 km/h (90/180 kt);

$\theta = 14^\circ$  para IAS 335/465 km/h (180/250 kt);

- 3) una línea recta del punto A al punto C, que diverge en ángulo de  $15^\circ$  desde la derrota de aproximación intermedia, y en que:

el punto A está situado en la superficie OAS “X” junto al punto de aproximación final (FAP); y

el punto C está situado junto al punto de referencia de aproximación intermedia (IF); y

- 4) una línea recta desde el punto C paralela a la derrota de aproximación intermedia.

d) *Borde exterior, área secundaria.* El área secundaria está situada fuera del viraje anterior al tramo de navegación a estima y se prolonga hasta el límite exterior del área de protección antes descrita.

### 4.2 Áreas asociadas a los procedimientos de tipo “S”

(Véanse las Figuras I-4-3-Ap A-5 y I-4-3-Ap A-6)

a) *Área para el primer tramo de la aproximación inicial.* Véase la Parte III, Capítulo 4, 4.3.3, “Área”.

b) *Área para el viraje y el tramo de navegación a estima.*

- 1) *Borde exterior.* Está formado por la línea recta que une el punto A con el punto S. El punto A se encuentra junto al FAP en la superficie OAS “X”; el punto S se encuentra junto al punto de inicio del viraje en el borde exterior del área de aproximación inicial.



2) *Borde interior.*

- i) Situar en primer lugar el punto B' en el primer tramo a una distancia del punto de inicio del viraje igual a:  
 1,9 km (1,0 NM) si el punto de inicio está definido por referencia VOR/DME;  
 3,7 km (2,0 NM) si el punto de inicio está definido por intersección VOR.
- ii) Identificar el punto B junto a B' a una distancia de 9,3 km (5,0 NM).
- iii) Desde el punto B, trazar una línea recta que se aleja de la derrota DR con un ángulo de 22° (tolerancia de rumbo más ángulo máximo de deriva para la categoría de menor velocidad).
- iv) Situar A' en la superficie OAS “X” junto al FAF.
- v) Desde A' trazar una línea recta que se aleja a 15° desde la derrota de aproximación intermedia hasta un punto C junto al IF.
- vi) Desde C trazar una línea recta paralela a la derrota de aproximación intermedia.

**Tabla I-4-3-Ap A-1. Valores básicos**

<i>IAS km/h (kt)</i>	<i>165 (90)</i>	<i>335 (180)</i>	<i>465 (250)</i>		
TAS a 1 500 m km/h (5 000 ft) (kt)	185 (100)	370 (199)		510 (276)	
TAS a 3 000 m km/h (10 000 ft) (kt)			400 (216)		555 (299)
Radio de viraje km (NM)	1,05 (0,57)	2,30 (1,24)	2,70 (1,46)	4,42 (2,39)	5,18 (2,80)
Ángulo de inclinación lateral	17°	25°	25°	25°	25°
Velocidad de viraje (°/s)	3	2,55	2,35	1,84	1,70
Deriva máxima para un viento de 56 km/h (30 kt)	17°	9°	8°	6°	6°
Tolerancia de rumbo + ángulo máximo de deriva	22°	14°	13°	11°	11°
11 s de vuelo a km (TAS + W) (NM)	0,89 (0,48)	1,35 (0,78)	1,61 (0,87)	1,89 (1,02)	2,07 (1,12)

**Tabla I-4-3-Ap A-2. Longitud del tramo de aproximación intermedia**

<i>Altitud</i>	<i>IAS</i> <i>km/h (kt)</i>	
	<i>165/335</i> <i>(90/180)</i>	<i>335/465</i> <i>(180/250)</i>
1 500 m (5 000 ft)	11 km (6 NM)	17 km (9 NM)
3 000 m (10 000 ft)	12 km (6,5 NM)	20 km (11 NM)
<i>Nota.— Para altitudes intermedias, se podrá aplicar la interpolación lineal.</i>		

**Tabla I-4-3-Ap A-3. Longitudes de línea D según tipos de instalación y velocidad aerodinámica**

<b>Instalación</b>	<b>Ψ</b>	<b>D para IAS &lt; 335 km/h (180 kt)</b>	<b>D para IAS &lt; 465 km/h (250 kt)</b>
VOR/VOR	55°	16 km (8,5 NM)	23 km (12,5 NM)
VOR/DME	70°	12 km (6,5 NM)	18 km (9,5 NM)

**Tabla I-4-3-Ap A-4. Longitud mínima del tramo de navegación a estima  
Punto inicial definido por intersección VOR — Altitud: 1 500 m (5 000 ft)**

<i>IAS</i> <i>km/h (kt)</i>	<i>Ángulo de viraje</i>			
	$\leq 45^\circ$	$60^\circ$	$90^\circ$	$105^\circ$
165/335 km/h (90/180 kt)	10 km (5,5 NM)	11 km (6 NM)	12 km (6,5 NM)	12 km (6,5 NM)
335/465 km/h (180/250 kt)	13 km (7 NM)	14 km (7,5 NM)	15 km (8 NM)	16 km (8,5 NM)

**Tabla I-4-3-Ap A-5. Longitud mínima del tramo de navegación a estima  
Punto inicial definido por intersección VOR — Altitud: 3 000 m (10 000 ft)**

	<i>Ángulo de viraje</i>			
<i>IAS</i> <i>km/h (kt)</i>	$\leq 45^\circ$	$60^\circ$	$90^\circ$	$105^\circ$
165/335 km/h (90/180 kt)	11 km (6 NM)	12 km (6,5 NM)	13 km (7 NM)	14 km (7,5 NM)
335/465 km/h (180/250 kt)	15 km (8 NM)	16 km (8,5 NM)	18 km (9,5 NM)	19 km (10 NM)

**Tabla I-4-3-Ap A-6. Longitud mínima del tramo de navegación a estima  
Punto inicial definido por el punto de referencia VOR/DME — Altitud: 1 500 m (5 000 ft)**

	<i>Ángulo de viraje</i>			
<i>IAS</i> <i>km/h (kt)</i>	$\leq 45^\circ$	$60^\circ$	$90^\circ$	$105^\circ$
165/335 km/h (90/180 kt)	6 km (3,5 NM)	8 km (4,5 NM)	9 km (5 NM)	10 km (5,5 NM)
335/465 km/h (180/250 kt)	9 km (5 NM)	11 km (6 NM)	13 km (7 NM)	15 km (8 NM)

**Tabla I-4-3-Ap A-7. Longitud mínima del tramo de navegación a estima  
Punto inicial definido por el punto de referencia VOR/DME — Altitud: 3 000 m (10 000 ft)**

	<i>Ángulo de viraje</i>			
<i>IAS</i> <i>km/h (kt)</i>	$\leq 45^\circ$	$60^\circ$	$90^\circ$	$105^\circ$
165/335 km/h (90/180 kt)	6 km (3,5 NM)	9 km (5 NM)	11 km (6 NM)	12 km (6,5 NM)
335/465 km/h (180/250 kt)	9 km (5 NM)	11 km (6 NM)	15 km (8 NM)	18 km (9,5 NM)

*Nota.*— Todos los valores que figuran en las tablas son adecuados siempre que la longitud del primer tramo que no exceda de 19 km (10 NM). En caso contrario, dichos valores deberían incrementarse en un 10% de la distancia que exceda los 19 km (10 NM). Ejemplo: Tabla I-4-3-Ap A-7, ángulo de viraje:  $\leq 45^\circ$ . Si la longitud del primer tramo es de 22 km (12 NM), las longitudes mínimas del tramo DR serán 6,3 y 9,3 km o 3,7 y 5,2 NM.

**Tabla I-4-3-Ap A-8. Valores R para un punto inicial de viraje definido por una intersección VOR**

	<i>Altitud</i>	
<i>IAS</i> <i>km/h (kt)</i>	<i>1 500 m</i> <i>(5 000 ft)</i>	<i>3 000 m</i> <i>(10 000 ft)</i>
165/335 km/h (90/180 kt)	10,2 km (5,5 NM)	11,1 km (6 NM)
335/465 km/h (180/250 kt)	12,0 km (6,5 NM)	13,9 km (7,5 NM)

**Tabla I-4-3-Ap A-9. Valores R para un punto inicial de viraje definido por el VOR/DME**

	<i>Altitud</i>	
<i>IAS</i> <i>km/h (kt)</i>	<i>1 500 m</i> <i>(5 000 ft)</i>	<i>3 000 m</i> <i>(10 000 ft)</i>
165/335 km/h (90/180 kt)	9,3 km (5,0 NM)	9,3 km (5,0 NM)
335/465 km/h (180/250 kt)	10,2 km (5,5 NM)	12,0 km (6,5 NM)

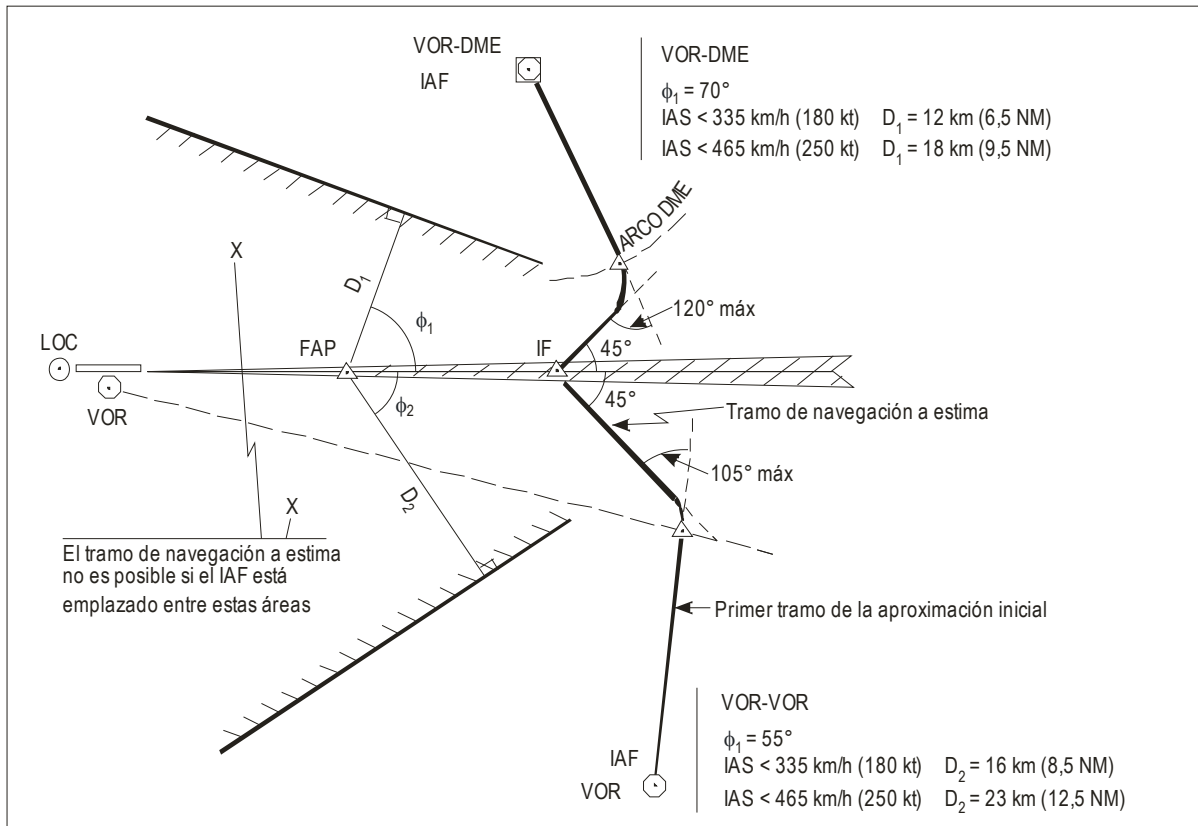


Figura I-4-3-Ap A-1. Procedimiento de tipo "U" — Condiciones para situar el IAF

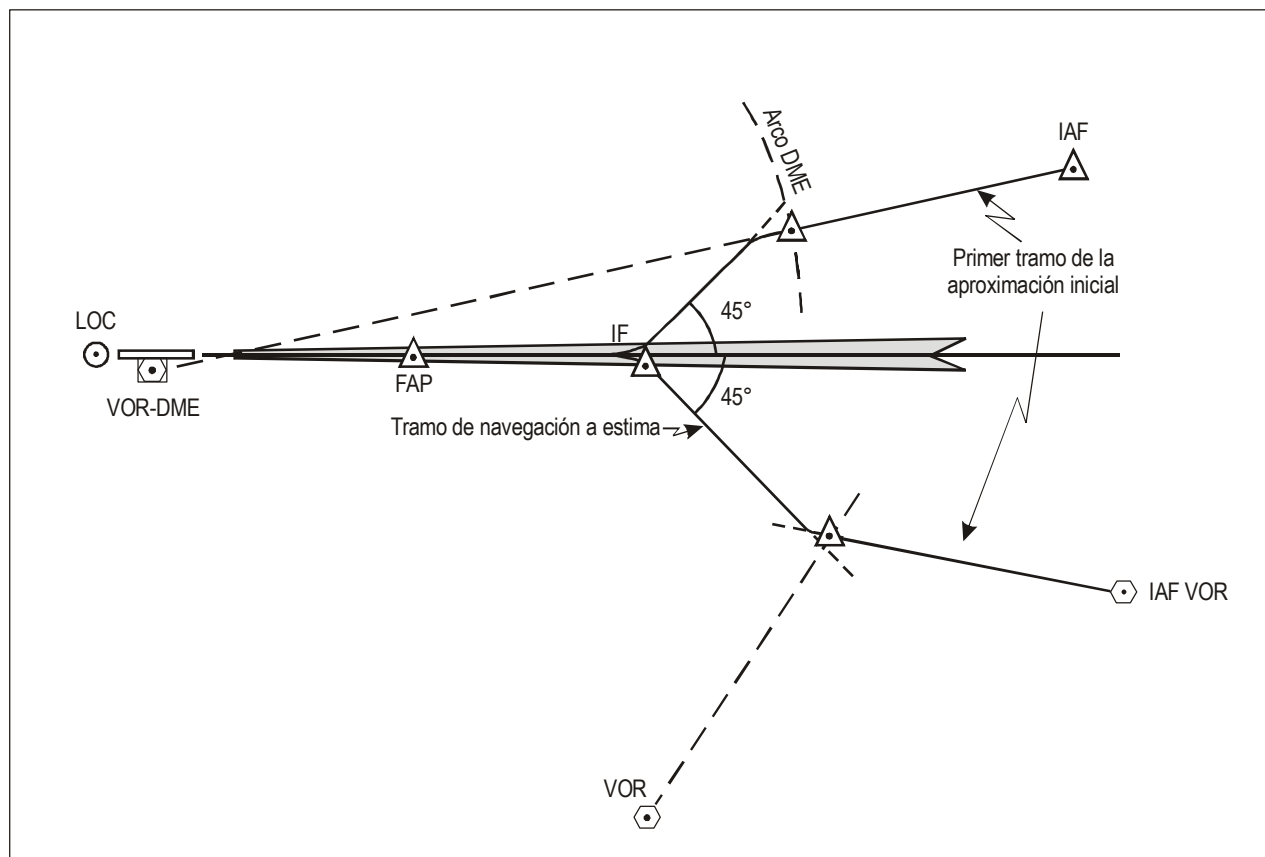
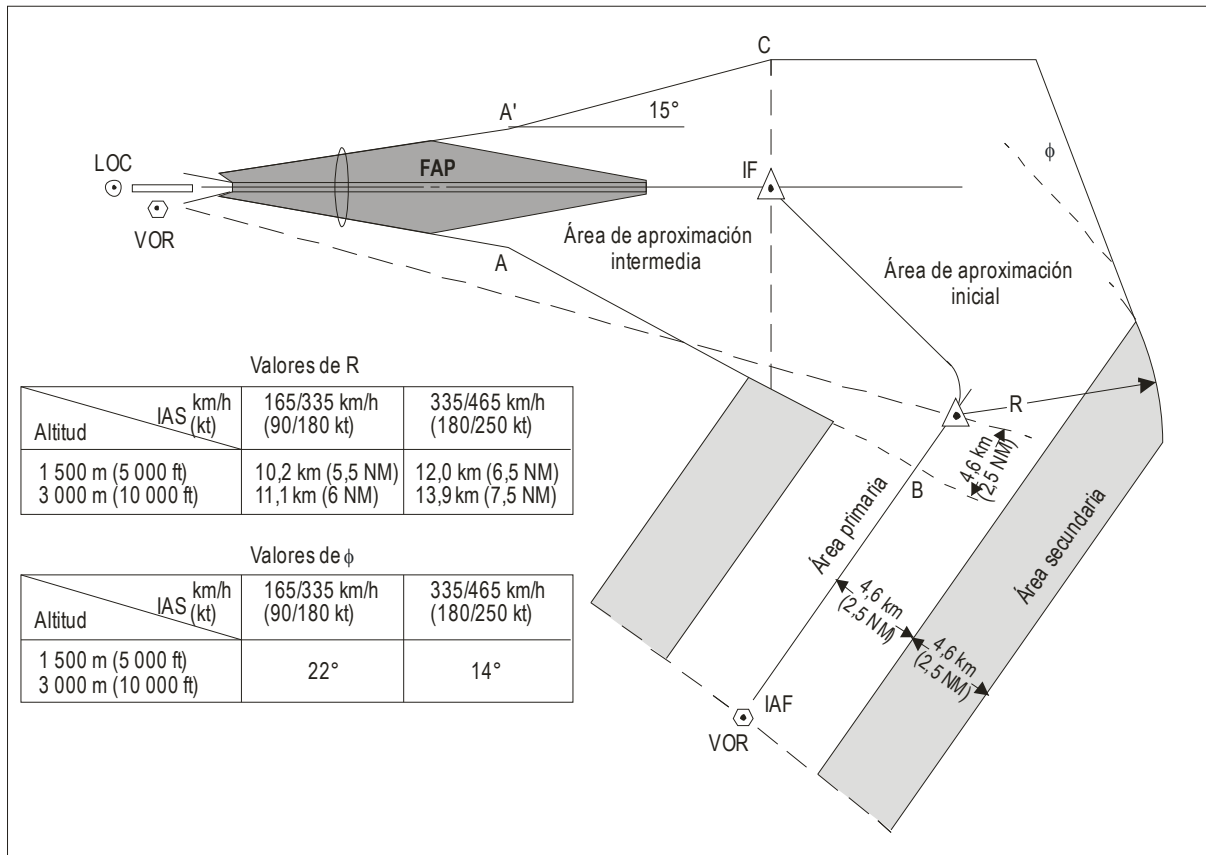
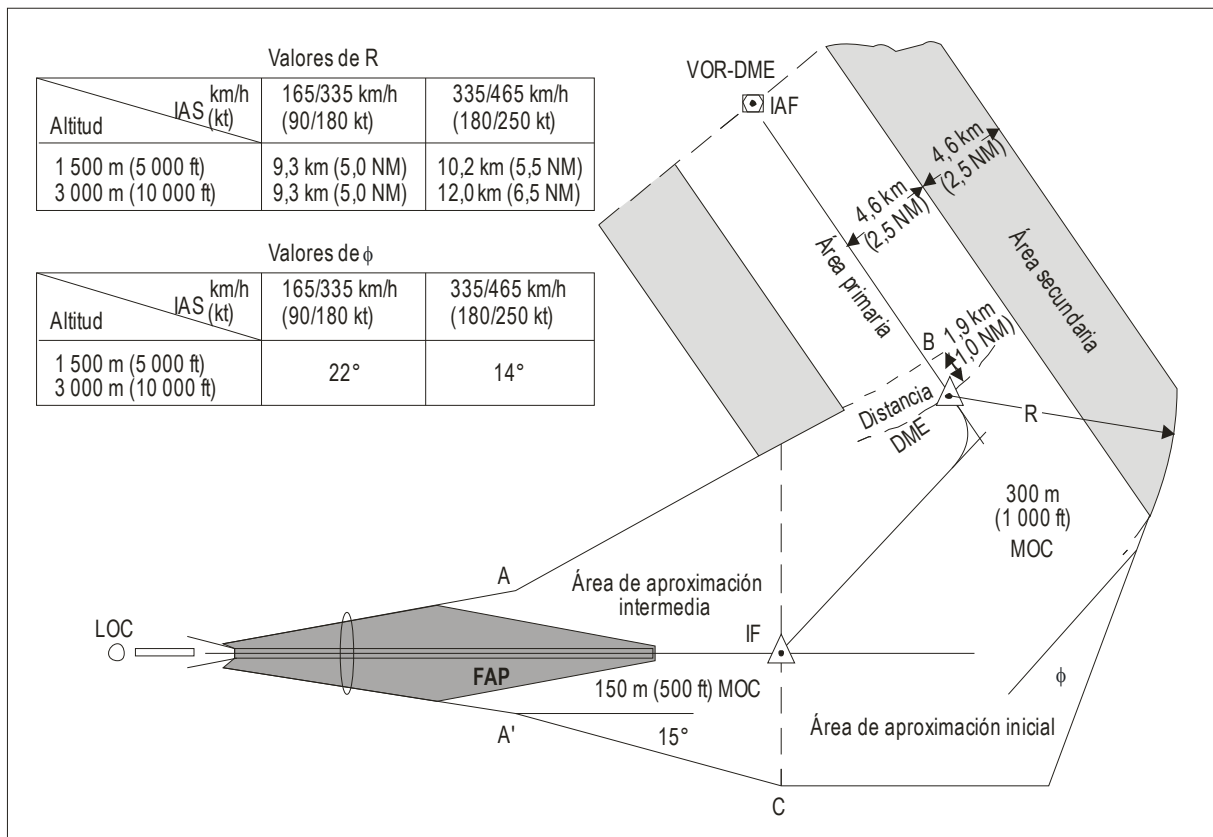


Figura I-4-3-Ap A-2. Procedimiento de tipo "S"

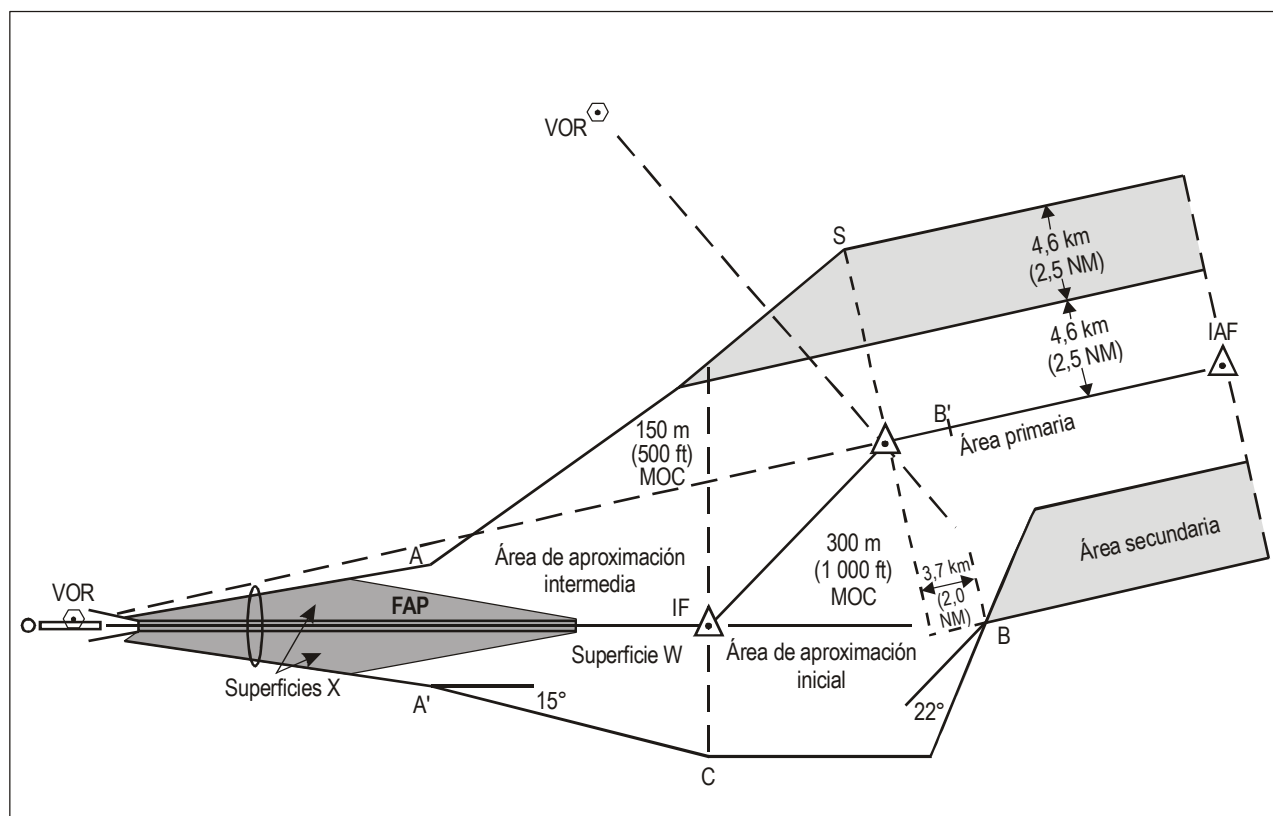


**Figura I-4-3-Ap A-3. Construcción de las áreas de protección del procedimiento VOR/VOR de tipo "U"**



**Figura I-4-3-Ap A-4. Construcción de las áreas de protección del procedimiento VOR/DME de tipo “U”**





**Figura I-4-3-Ap A-5. Construcción de las áreas de protección del procedimiento VOR/VOR de tipo "S"**



## **Apéndice B del Capítulo 3**

# **REDUCCIÓN DE LA ANCHURA DEL ÁREA DE UNA APROXIMACIÓN INICIAL EN LÍNEA RECTA DESPUÉS DEL IAF Y PUNTO DE ENLACE ENTRE EL ÁREA DE APROXIMACIÓN INICIAL EN LÍNEA RECTA Y LAS ÁREAS DE PROCEDIMIENTO DE INVERSIÓN**

*(Véase el Capítulo 3, 3.3.2)*

## **1. REDUCCIÓN DE LA ANCHURA DEL ÁREA DE UNA APROXIMACIÓN INICIAL EN LÍNEA RECTA DESPUÉS DEL IAF**

### **1.1 Generalidades**

Cuando la aproximación inicial incluye un tramo en línea recta que termina en un punto de referencia de aproximación intermedia (IF) definido por un VOR, un NDB o un punto de recorrido RNAV, su anchura en el IF se reduce — de la anchura que corresponde en ruta — a lo siguiente:

- a)  $\pm 3,7$  km (2,0 NM) en un VOR;
- b)  $\pm 4,6$  km (2,5 NM) en un NDB; o
- c) la anchura del área calculada para un punto de recorrido RNAV.

### **1.2 Justificación**

La guía facilitada se considera suficiente. El radio del área con efecto de cono es:

- a) 3,7 km (2,0 NM) para un VOR a 3 000 m (10 000 ft); y
- b) 4,6 km (2,5 NM) para un NDB a 5 500 m (18 000 ft).

La anchura del área en el IF para el caso RNAV se puede calcular. Se considera que la tolerancia técnica de vuelo disminuye una vez que la aeronave pasa el punto de referencia de aproximación inicial (IAF).

### **1.3 Casos VOR**

1.3.1 *El IAF se encuentra a una distancia de más de 40,5 km (21,9 NM) desde el VOR.* Desde una distancia de 40,5 km (21,9 NM) desde el VOR y hasta el VOR, la anchura del área a cada lado de la derrota nominal se reduce linealmente de 9,3 km (5,0 NM) a 3,7 km (2,0 NM), y el límite exterior del área converge en un ángulo de 7,8° con la derrota nominal (Figura I-4-3-Ap B-1).

1.3.2 *El IAF se encuentra a una distancia inferior a 40,5 km (21,9 NM) del VOR.* La anchura del área a cada lado de la derrota nominal se reduce linealmente de 9,3 km (5,0 NM) en el IAF a 3,7 km (2,0 NM) en el VOR (Figura I-4-3-Ap B-2).

## 1.4 Casos NDB

1.4.1 *El IAF se encuentra a una distancia superior a 25,5 km (13,8 NM) del NDB.* Desde una distancia de 25,5 km (13,8 NM) del NDB y hasta el NDB, la anchura del área a cada lado de la derrota nominal se reduce linealmente de 9,3 km (5,0 NM) a 4,6 km (2,5 NM), y el límite exterior del área converge en un ángulo de 10,3° con la derrota nominal (Figura I-4-3-Ap B-3).

1.4.2 *El IAF se encuentra a una distancia inferior a 25,5 km (13,8 NM) del NDB.* La anchura del área a cada lado de la derrota nominal se reduce linealmente de 9,3 km (5,0 NM) en el IAF a 4,6 km (2,5 NM) en el NDB (Figura I-4-3-Ap B-4).

## 2. PROTECCIÓN DEL VIRAJE EN EL IF

Cuando se especifica un viraje en el IF de más de 10°, el área de aproximación intermedia deberá ampliarse en el lado exterior del viraje, utilizando el método descrito en el Capítulo 6, 6.4.6.3.3 basado en un ángulo de inclinación lateral de 25° (o en el ángulo que proporcione una velocidad de viraje de 3°/s, el que sea menor) y en la máxima velocidad inicial para la categoría de la aeronave. La Figura I-4-3-Ap B-5 presenta un ejemplo del área adicional para proteger el viraje.

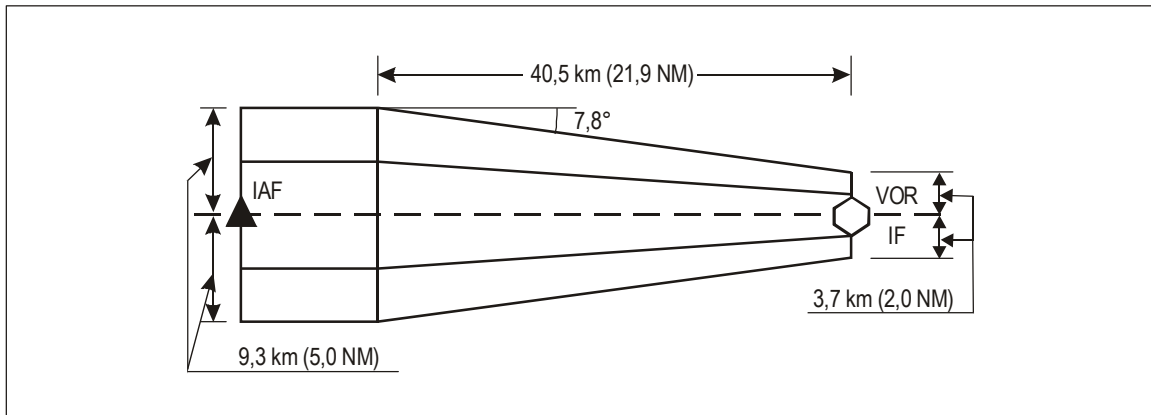
## 3. PUNTO DE ENLACE ENTRE EL ÁREA DE APROXIMACIÓN INICIAL EN LÍNEA RECTA Y LAS ÁREAS DE PROCEDIMIENTO DE INVERSIÓN

La anchura del área secundaria de un procedimiento de inversión es:

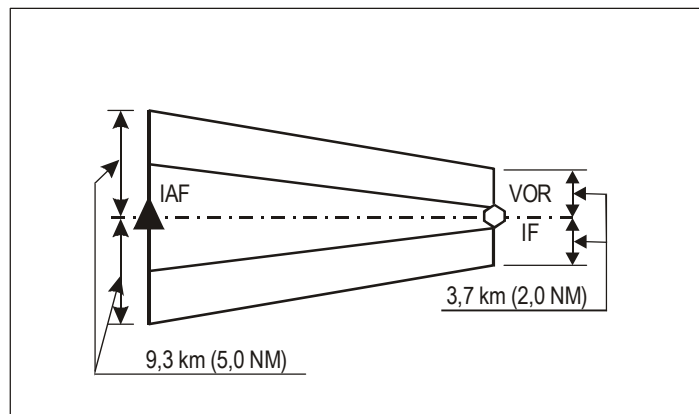
- a) 1,9 km (1,0 NM) si se basa en un VOR; y
- b) 2,3 km (1,25 NM) si se basa en un NDB.

Las áreas correspondientes se relacionan como muestra la Figura I-4-3-Ap B-6.

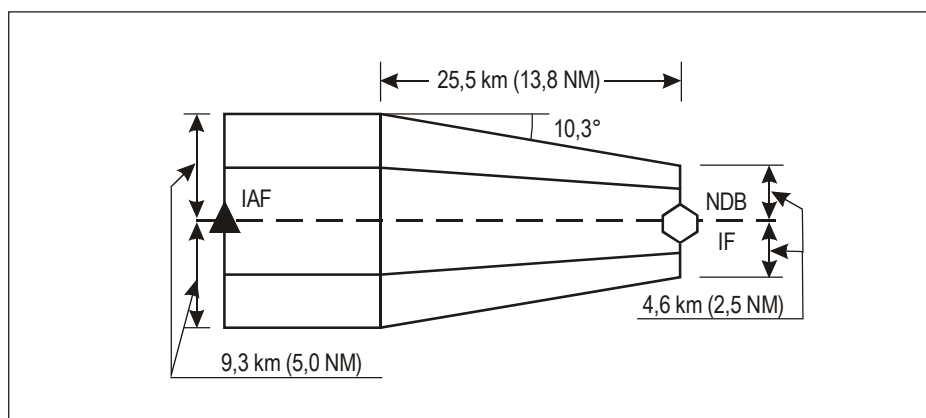
*Nota.— En la Figura I-4-3-Ap B-6 la instalación VOR marca el punto de viraje en el tramo de aproximación inicial. El tramo de aproximación intermedia solo comienza una vez completado el viraje del procedimiento de inversión.*



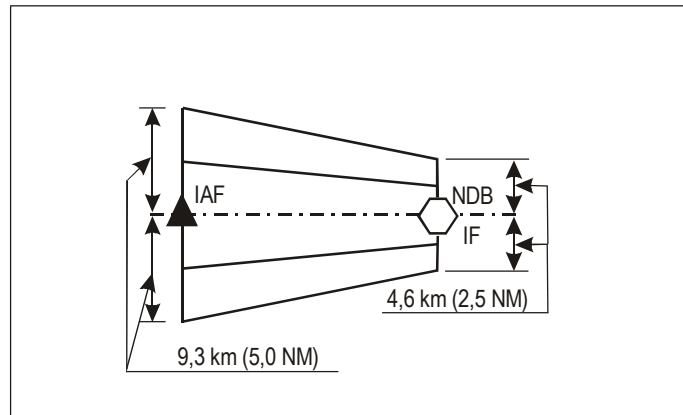
**Figura I-4-3-Ap B-1.** Caso en que el IAF está a más de 40,5 km (21,9 NM) del VOR



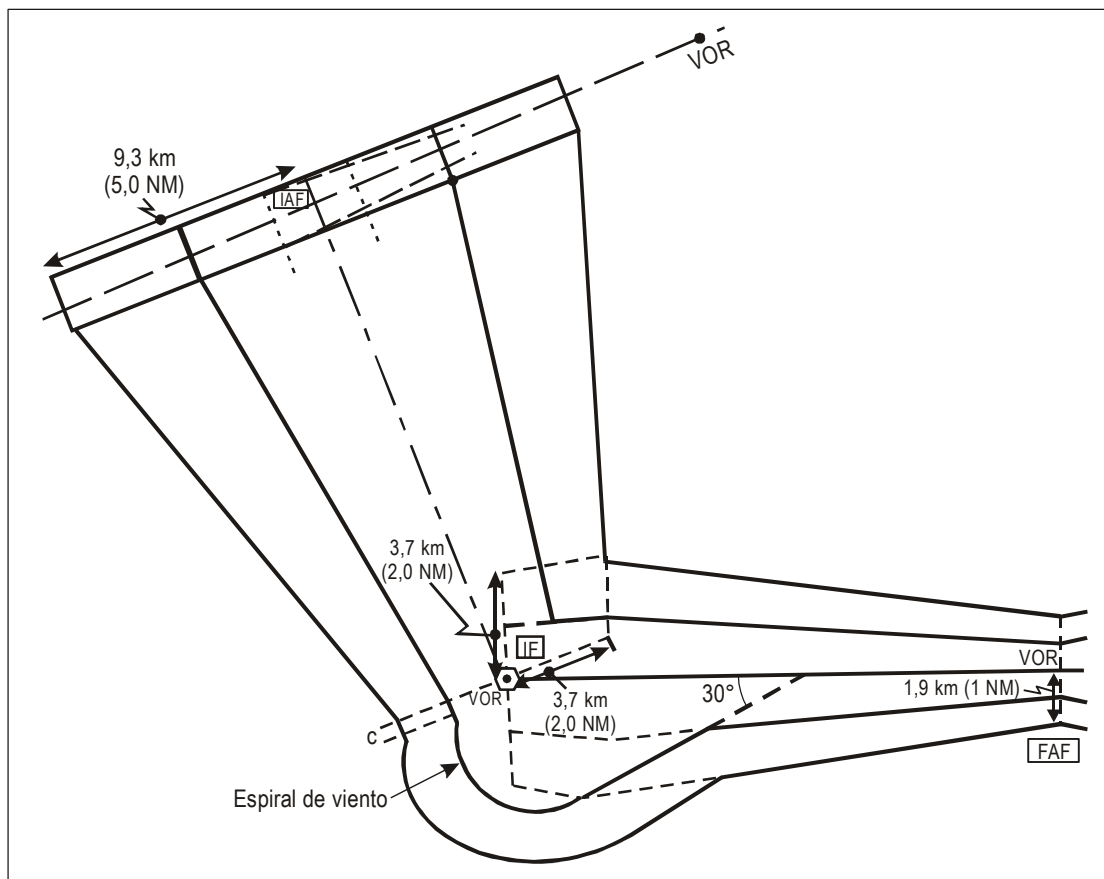
**Figura I-4-3-Ap B-2.** Caso en que el IAF está a menos de 40,5 km (21,9 NM) o menos del VOR



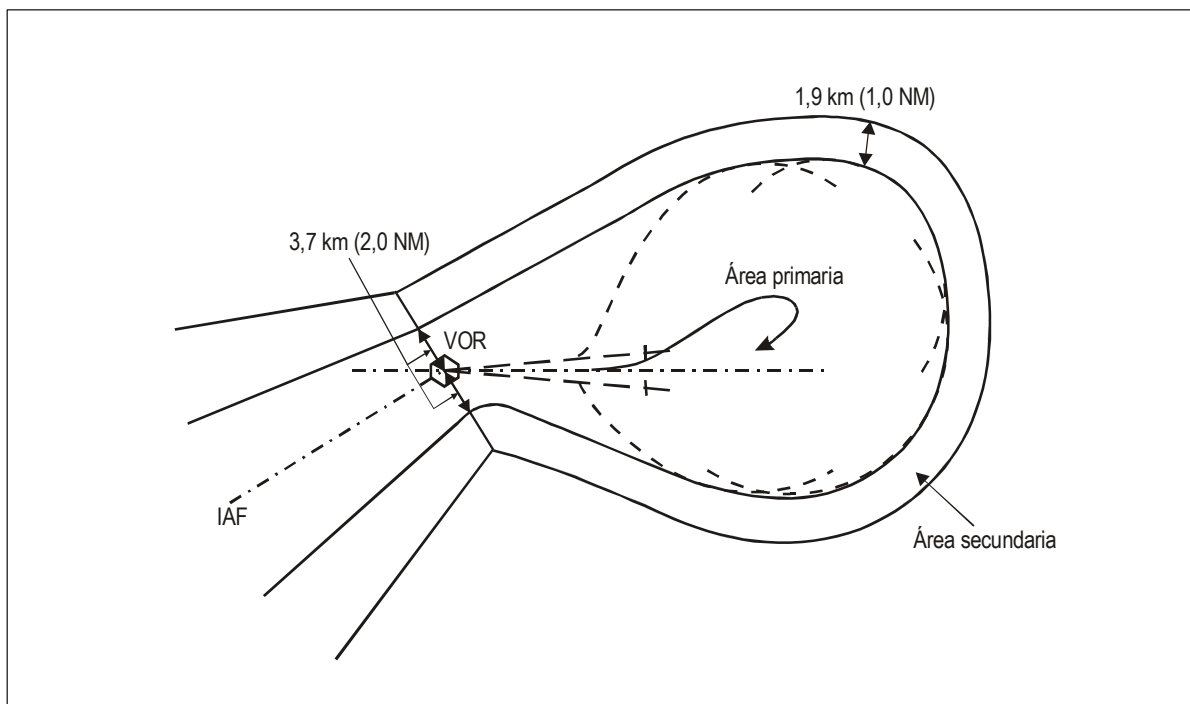
**Figura I-4-3-Ap B-3.** Caso en que el IAF está a más de 25,5 km (13,8 NM) del NDB



**Figura I-4-3-Ap B-4. Caso en que el IAF está a 25,5 km (13,8 NM) o menos del NDB**



**Figura I-4-3-Ap B-5. Reducción de anchuras de área — tramo inicial unido al tramo intermedio mediante un viraje**



**Figura I-4-3-Ap B-6. Punto de enlace entre las áreas primaria y secundaria de aproximación inicial y los procedimientos de inversión (ejemplo con un VOR)**

-----





## **Apéndice C del Capítulo 3**

# **CONSTRUCCIÓN DE ÁREAS DE FRANQUEAMIENTO DE OBSTÁCULOS PARA PROCEDIMIENTOS DE INVERSIÓN Y DE ESPERA**

### **1. INTRODUCCIÓN**

La construcción de áreas de franqueamiento de obstáculos para procedimientos de inversión (Parte III, Sección 3, Capítulo 7) se basa en la aplicación directa de los criterios de tolerancia establecidos en la Parte I, Sección 2, Capítulo 2, que podrán aplicarse en base a tolerancias adicionales o mediante la utilización de métodos estadísticos.

### **2. CONSTRUCCIÓN ESTADÍSTICA DEL ÁREA**

Si se utilizan métodos estadísticos para combinar las variables y luego extrapolar distribuciones para construir las áreas, el nivel de probabilidad asociado a dicha extrapolación debería corresponder a un nivel de seguridad aceptable.

### **3. CONSTRUCCIÓN DEL ÁREA COMO TOLERANCIA ADICIONAL**

En estos casos se pueden usar diversos métodos; con independencia del que se utilice, resultan aplicables los criterios y parámetros que figuran en la Parte III, Sección 3, Capítulo 7, 3.5. El método descrito en este apéndice es la técnica de trazado con plantillas (TTT).

#### **3.1 Área de protección de un viraje de base**

##### **3.1.1 Generalidades**

El área primaria de un viraje de base puede trazarse aplicando el método de construcción mediante plantilla descrito en 3.1.2 de este apéndice, o mediante la utilización de plantillas calculadas previamente, que figuran en el *Manual de plantillas para los procedimientos de espera, inversión e hipódromo* (Doc 9371) para el cronometraje, la velocidad y la altitud que correspondan. Esta plantilla tiene en cuenta todos los factores que pueden hacer que una aeronave se desvíe de la derrota nominal, las tolerancias de la instalación de navegación, las tolerancias técnicas de vuelo y el efecto del viento, representando así el área primaria del viraje de base.

##### **3.1.2 Construcción de la plantilla del viraje de base** (Referencia, Tabla I-4-3-Ap C-1 y Diagrama I-4-3-Ap C-1)

3.1.2.1 Trazar una línea que represente el eje del procedimiento y situar un punto “a” en el punto de referencia — trazar el tramo nominal de alejamiento y el viraje de acercamiento:

- *ángulo entre el tramo de alejamiento y el eje del procedimiento*:  $\theta$  (Tabla I-4-3-Ap C-1, línea 10);
- *longitud del tramo de alejamiento*: L (Tabla I-4-3-Ap C-1, línea 13);
- *radio de viraje*: r (Tabla I-4-3-Ap C-1, línea 5).

3.1.2.2 *Protección del tramo de alejamiento*. Desde “a” trácense dos líneas en ángulo de 5,2° para un VOR y 6,9° para un NDB a cada lado del tramo nominal de alejamiento. Sitúense los puntos bl, b2, b3 y b4 en dichas líneas (Tabla I-4-3-Ap C-1, líneas 14 y 15). Estos puntos determinan el área que contiene el inicio del viraje de acercamiento.

### 3.1.2.3 *Protección del viraje de acercamiento*

3.1.2.3.1 Con centro en c2 y a una distancia r de b2 sobre la perpendicular al tramo nominal de alejamiento y con radio r, trácese un arco empezando en b2. Sitúense los puntos d y e después de 50 y 100 grados de viraje desde b2. De igual forma, trácese un arco empezando en b4, sitúese el punto f después de 100 grados de viraje desde b4 y trácese un arco empezando en b3 y sitúense los puntos i y j después de 190 y 235 grados de viraje desde b3.

### 3.1.2.3.2 *Influencia del viento*

- a) El efecto del viento se calcula para cada punto del viraje multiplicando E, el efecto del viento durante un grado, por el número de grados del viraje;
- b) trácense arcos con centros en d, e, f, i y j, con radios  $W_d$ ,  $W_e$ ,  $W_f$ ,  $W_i$  y  $W_j$  (Tabla I-4-3-Ap C-1, líneas 16 a 19). El arco con centro en f se denomina arco f;
- c) trácese una línea tangente al arco con centro en e (o en f si se quiere ser más conservador) con un ángulo d (Tabla I-4-3-Ap C-1, línea 20) respecto a la perpendicular a la derrota de acercamiento y sitúese el punto k en su intersección con la derrota de acercamiento. Con centro en C5 a una distancia r desde k en la derrota de acercamiento nominal, y con radio r, trácese un arco empezando en k. Sitúense los puntos g y h después de 50° y 100° de viraje desde k; y
- d) trácense arcos con centro en g y h, y radios  $W_g$  y  $W_h$  (Tabla I-4-3-Ap C-1, líneas 16 y 17).

3.1.2.4 *Trazado del área de protección del viraje de base*. El contorno del área de protección se compone de:

- a) la envolvente espiral de los arcos con centro en “d” y “e”;
- b) la envolvente espiral de los arcos con centro en “g” y “h”;
- c) la envolvente espiral de los arcos con centro en “i” y “j”;
- d) la tangente a la espiral a) pasando por “a”;
- e) la tangente a las espirales a) y b) o la tangente a la espiral a) y al arco f, una parte del arco f, y la tangente al arco f y b);
- f) la tangente a las espirales b) y c); y
- g) la tangente a la espiral c) pasando por “a”.

*Nota.*— Si el punto “a” está dentro de la espiral c), el tiempo de alejamiento deberá incrementarse.

### 3.1.2.5 Protección de la entrada

#### 3.1.2.5.1 Entrada a lo largo de un tramo recto (véase 3.2.5)

#### 3.1.2.5.2 Entrada a lo largo de un procedimiento de espera o de hipódromo (véase el Diagrama I-4-3-Ap C-2)

3.1.2.5.2.1 Sea  $\theta$  el ángulo entre la derrota de acercamiento de un procedimiento de espera o de un procedimiento de hipódromo, y la derrota de alejamiento del viraje de base. Desde  $a$ , trácese una línea  $E$  en ángulo  $\alpha$  desde la derrota de alejamiento nominal y trácese el área de tolerancia del punto de referencia de la posición tomando dicha línea como referencia, como se describe en 3.3.2.2.4.4 para un VOR y 3.3.2.2.4.5 para un NDB.

3.1.2.5.2.2 Trácese la línea  $E'$  paralela a  $E$  pasando por  $V_3$  (respectivamente  $N_3$ ) y sitúese el punto  $l$  (Tabla I-4-3-Ap C-1, línea 21). Trácese un arco de  $100^\circ$  con radio  $r$  y tangente a la línea  $E'$  en  $l$  y sitúense los puntos  $m$  y  $n$  después de  $50^\circ$  y  $100^\circ$  de viraje desde  $l$ . Trácese arcos con centros  $l$ ,  $m$  y  $n$ , y radios  $W_l$ ,  $W_m$  y  $W_n$  (Tabla I-4-3-Ap C-1, líneas 22, 23 y 24).

3.1.2.5.2.3 Trácese la envolvente espiral de los arcos con centros en  $l$ ,  $m$  y  $n$  y sus tangentes desde  $V_3$  (respectivamente  $N_3$ ).

3.1.2.5.2.4 Trácese la tangente entre la espiral de entrada y el área de protección del viraje de base.

### 3.1.3 Área secundaria

Trácese el límite del área secundaria a una distancia de 4,6 km (2,5 NM) desde el límite del área primaria.

*Nota.— Véase el Apéndice B del Capítulo 3 para posibles reducciones de la anchura del área secundaria.*

## 3.2 Área de protección de un viraje reglamentario

### 3.2.1 Generalidades

La construcción del área de protección de un viraje reglamentario se realiza en dos etapas.

- La primera es construir una plantilla para el viraje reglamentario (véase 3.2.2 ó 3.2.3) o utilizar una de las calculadas previamente y contenidas en el *Manual de plantillas para procedimientos de espera, inversión e hipódromo* (Doc 9371) para la velocidad y la altitud correspondientes. Esta plantilla tiene en cuenta todos los factores que pueden hacer que una aeronave se desvíe de la derrota nominal, excepto aquellos que definen el área de tolerancia del comienzo de la derrota de alejamiento.
- La segunda etapa consiste en trazar el área de protección del viraje reglamentario desplazando el punto “a” de la plantilla en torno al área de tolerancia del inicio del viraje de alejamiento como se describe en 3.2.4 de este apéndice.

### 3.2.2 Construcción de la plantilla del viraje reglamentario de $45^\circ$ — $180^\circ$ (Referencia, Tabla I-4-3-Ap C-2 y Diagrama I-4-3-Ap C-3)

3.2.2.1 *Derrota nominal.* Trácese una línea que represente el eje del procedimiento y sitúense los puntos “a” y “b” sobre ella (Tabla I-4-3-Ap C-2, línea 10). Comenzando en “b” y terminando en “c”, trácese el viraje nominal de

alejamiento con  $45^\circ$ . Trácese el tramo nominal de alejamiento entre “c” y “d” y, comenzando en “d”, el viraje de acercamiento nominal de  $180^\circ$ :

- *radio de los virajes*: r (Tabla I-4-3 Ap C-2, línea 5);
- *longitud del tramo de alejamiento*: cd (Tabla I-4-3 Ap C-2, línea 11).

### 3.2.2.2 Influencia de las tolerancias técnicas de vuelo

- a) Desde “c” trácense dos líneas a 5 grados a cada lado del tramo nominal de alejamiento;
- b) sitúense los puntos “d1”, “d2”, “d3” y “d4” en dichas líneas (Tabla I-4-3 Ap C-2, líneas 12 y 13);
- c) con centro en “e2” y a una distancia r de “d2” sobre la perpendicular al tramo nominal de alejamiento (línea que pasa por d2 y d4), y con radio r, trácese el viraje de acercamiento desde “d2”. Sitúense los puntos “f” y “g” después de 50 y 100 grados de viraje desde “d2”. Con centros en “e3” y “e4”, trácense los arcos correspondientes desde “d3” y “d4”. Sitúense los puntos “h”, “i” y “j” después de 100, 150 y 200 grados desde “d4” y los puntos “k” y “l” después de 200 y 250 grados de viraje desde de “d3”.

### 3.2.2.3 Influencia del viento

- a) El efecto del viento se calcula para cada punto multiplicando la velocidad del viento w por el tiempo de vuelo a partir del punto “a”;
- b) trácense arcos con centros en “c”, “d2”, “f”, “g”, “h”, “i”, “j”, “k” y “l” y radios  $W_c$ ,  $W_{d2}$ ,  $W_f$ ,  $W_g$ ,  $W_h$ ,  $W_i$ ,  $W_j$ ,  $W_k$  y  $W_l$  (Tabla I-4-3 Ap C-2, líneas 14 a 21).

### 3.2.2.4 Trazado del contorno de la plantilla. El contorno de la plantilla se compone de:

- a) la tangente que pasa por “a” al arco con centro en “c”;
- b) la tangente común a los arcos con centros en “c” y “d2”;
- c) la envolvente espiral de los arcos con centro en “d2”, “f” y “g”;
- d) la envolvente espiral de los arcos con centro en “h”, “i” y “j”;
- e) la envolvente espiral de los arcos con centro en “k” y “l”;
- f) la tangente común a las espirales c) y d);
- g) la tangente común a las espirales d) y e); y
- h) la tangente que pasa por “a” a la espiral e).

### 3.2.3 Construcción de la plantilla del viraje reglamentario de $80^\circ$ — $260^\circ$ (Referencia, Tabla I-4-3-Ap C-3 y Diagrama I-4-3-Ap C-4)

3.2.3.1 *Derrota nominal*. Trácese una línea que represente el eje del procedimiento y sitúense los puntos “a” y “b” sobre ella (Tabla I-4-3-Ap C-3, línea 10). Con centro en “c” y a una distancia r (Tabla I-4-3-Ap C-3, línea 5) de “b” sobre la perpendicular al eje del procedimiento que pase por “b”, trácese el viraje nominal de alejamiento de  $80^\circ$  y

sitúese el punto “d” al final de este viraje. Desde “d” trácese la tangente al viraje nominal de alejamiento y sitúese el punto “e” en dicha tangente (Tabla I-4-3-Ap C-3, línea 11). Con centro en “f” y radio r, trácese el viraje nominal de acercamiento de 260° comenzando en “e”.

### 3.2.3.2 Influencia de las tolerancias técnicas de vuelo

- Sobre el viraje nominal de alejamiento, sitúense los puntos “dl” y “d2” después de 75 y 85 grados de viraje desde de “b”;
- a partir de “dl” y “d2”, trácense las tangentes al viraje de alejamiento y sitúense los puntos “el” y “e2” sobre dichas tangentes (Tabla III-C-3, línea 11);
- con centro en “f2” y a una distancia r de “e2” sobre la perpendicular a d2e2, trácese el viraje de acercamiento en “e2”. Sitúense los puntos “g”, “h”, “i” y “j” después de 45, 90, 135 y 180 grados de viraje desde “e2”;
- con centro en “fl”, trácese el viraje de acercamiento comenzando en “el” y sitúense los puntos “k”, “l” y “m” después de 180, 225 y 270 grados de viraje desde “el”.

### 3.2.3.3 Influencia del viento

- El efecto del viento se calcula para cada punto, multiplicando la velocidad del viento w por el tiempo de vuelo a partir del punto “a”, al inicio del viraje;
- trácense arcos con centros en “e2”, “g”, “h”, “i”, “j”, “k”, “l” y “m” y radios  $W_{e2}$ ,  $W_g$ ,  $W_h$ ,  $W_i$ ,  $W_j$ ,  $W_k$  y  $W_l$  (Tabla I-4-3-Ap C-3, líneas 12 a 19).

### 3.2.3.4 Trazado del contorno de la plantilla. El contorno de la plantilla se compone de:

- la envolvente espiral de los arcos con centro en “e2”, “g”, “h”, “i” y “j”;
- la envolvente espiral de los arcos con centro en “k”, “l” y “m”;
- la tangente común a las espirales a) y b);
- la tangente que pasa por “a” a la espiral a); y
- la tangente que pasa por “a” a la espiral b).

## 3.2.4 Trazado del área de protección del viraje reglamentario (Referencia, Diagrama I-4-3-Ap C-5)

### 3.2.4.1 Área de tolerancia del inicio del viraje de alejamiento

3.2.4.1.1 Desde la instalación, punto 0, trácese el radial del procedimiento y sus dos líneas de protección. Estas líneas forman un ángulo de 6,9° si la instalación es NDB, de 5,2° si la instalación es un VOR, o de 2,4° si la instalación es un localizador, a cada lado del radial.

3.2.4.1.2 Sitúese el punto A sobre el inicio nominal del viraje de alejamiento.

3.2.4.1.3 Según el tipo de instalación en 0 y eventualmente en A o en 0, trácese el área de tolerancia del punto A, Al A2 A3 A4, tal como se describe en las Figuras I-4-3-Ap C-1 a I-4-3-Ap C-5.

*Nota.— Unidades de las fórmulas siguientes:*

	<i>Unidades del SI</i>	<i>Unidades ajenas al SI</i>
<i>t</i>	<i>s</i>	<i>s</i>
<i>v y w'</i>	<i>km/s</i>	<i>NM/s</i>
<i>Distancias</i>	<i>km</i>	<i>NM</i>

Los valores de *v*, *w'* y *h* figuran en la Tabla I-4-3-Ap C-1 (líneas 3, 8 y 6 respectivamente). *D* es la distancia DME especificada, establecida en km (NM), y *d1* es la tolerancia de dicha indicación DME:

$$d1 = 0,46 \text{ km (0,25 NM)} + 0,0125 D$$

#### 3.2.4.2 Área primaria

- Colóquese el punto “a” de la plantilla en “A1”, con el eje del procedimiento de la plantilla paralelo a la derrota de acercamiento, y trácese la curva “1” (Parte del contorno de la plantilla);
- de igual forma, situar el punto “a” de la plantilla sucesivamente en “A2”, “A3” y “A4” para trazar las curvas “2”, “3” y “4”;
- trácese las tangentes comunes a las curvas “1” y “2”, “2” y “4”, “3” y “4” y la tangente desde “0” a la curva “1” y desde “0” a la curva “3”.

3.2.4.3 *Área secundaria.* Trácese el límite del área secundaria a una distancia de 4,6 km (2,5 NM) desde el límite del área primaria.

#### 3.2.5 Punto de enlace entre el área del tramo inicial y las áreas de viraje de base y viraje reglamentario

3.2.5.1 *Generalidades.* El área primaria del tramo inicial, cuyo límite se encuentra a 4,6 km (2,5 NM) de la trayectoria nominal, deberá coincidir con el área primaria del procedimiento de viraje como se describió previamente en 3.1.2 (viraje de base) y 3.2.4 (viraje reglamentario). Las áreas secundarias de las dos fases del procedimiento deberán coincidir de manera que se respete una anchura constante de 4,6 km (2,5 NM).

3.2.5.2 *Construcción del límite exterior del área secundaria (véanse las Figuras I-4-3-Ap C-6 y I-4-3-Ap C-7).* En un lado de la trayectoria del tramo inicial, los límites exteriores de ambas áreas secundarias se cortarán. Al otro lado de la trayectoria del tramo inicial, el límite exterior del área secundaria consiste en un arco de círculo, a 9,2 km (5 NM) de la instalación, y de la tangente a ese círculo y el límite exterior del área secundaria del viraje.

3.2.5.3 *Construcción del límite del área primaria.* El límite del área primaria se traza a 4,6 km (2,5 NM) a partir del límite exterior del área secundaria.

### 3.3 Área de protección de procedimientos de hipódromo y de espera

#### 3.3.1 Generalidades

*Nota.— Los métodos aquí descritos se refieren a los procedimientos con viraje a la derecha. Para procedimientos con viraje a la izquierda, las áreas correspondientes son simétricas con respecto a la derrota de acercamiento.*

3.3.1.1 El área de protección de un procedimiento de hipódromo consiste en un área primaria y un área secundaria; el área de protección de un procedimiento de espera consiste en un área y un área intermedia. Dado que la construcción del área primaria de un procedimiento de hipódromo y la de un procedimiento de espera son iguales, en adelante se las denominará con el mismo término — *el área básica del procedimiento*.

3.3.1.2 La construcción del área básica del procedimiento se realiza en dos etapas.

3.3.1.2.1 La primera etapa consiste en construir una plantilla o utilizar otra precalculada, tomada del *Manual de plantillas para procedimientos de espera, inversión e hipódromo* (Doc 9371), para los valores apropiados de tiempo, velocidad y altitud. En la plantilla se tienen en cuenta todos los factores que pueden hacer que una aeronave se desvíe del circuito nominal salvo aquellos relacionados con el área de tolerancia del punto de referencia. Puede aplicarse a todos los tipos de procedimiento incluyendo sobrevuelo de VOR o NDB, intersección de radiales VOR, VOR/DME y sus entradas.

3.3.1.2.2 La segunda etapa consiste en trazar el área básica del procedimiento moviendo el origen de la plantilla en torno al área de tolerancia del punto de referencia para procedimientos por encima de una instalación o en la intersección de radiales VOR, o usándolo como se describe en 3.3.4 para procedimientos VOR/DME, y agregando áreas adicionales para la protección de entradas según corresponda.

3.3.1.3 Finalmente, se añade un área secundaria de 4,6 km (2,5 NM) en torno al área básica para un procedimiento de hipódromo y un área intermedia de 9,3 km (5,0 NM) en torno al área básica para un procedimiento de espera.

### 3.3.2 Primera etapa: construcción de la plantilla

(Referencia, Tabla I-4-3-Ap C-4 y Diagrama I-4-3-Ap C-6)

3.3.2.1 Los parámetros utilizados en la construcción de la plantilla figuran en el Capítulo 3, 3.6.2 para los procedimientos de hipódromo y en la Parte II, Sección 4, Capítulo 1, 1.3, “Construcción de áreas de espera”, para los procedimientos de espera.

3.3.2.2 Una vez realizados los cálculos indicados en la Tabla I-4-3-Ap C-4, la plantilla se construye de la forma que sigue.

3.3.2.2.1 Trácese una línea que represente el eje del procedimiento y el circuito nominal. Sitúese el punto “a” en el punto de referencia del procedimiento. (El radio de viraje se indica en la línea 5 y la longitud de alejamiento L se indica en la línea 11 de la Tabla I-4-3-Ap C-4).

#### 3.3.2.2.2 Influencia de las tolerancias de navegación

3.3.2.2.2.1 Sitúense los puntos “b” y “c” sobre el eje del procedimiento (Tabla I-4-3-Ap C-4, líneas 12 y 13); “b” y “c” representan las posiciones con aire en calma anterior (5 s después de “a”) y posterior (11 s después de “a”) del inicio del viraje de alejamiento.

3.3.2.2.2.2 Trácese un arco de 180° con un radio r tangente al eje del procedimiento en “c”, que representa el viraje de alejamiento posterior con aire en calma. Sitúense los puntos “d”, “e”, “f” y “g” después de 45, 90, 135 y 180° de viraje desde “c”.

3.3.2.2.2.3 Trácese un arco de 270° con un radio r tangente al eje del procedimiento en “b”, que representa el viraje de alejamiento anterior con aire en calma. Sitúense los puntos “h”, “o” y “p” después de 180, 225 y 270° de viraje desde “b”.

3.3.2.2.2.4 Desde “g” trácense dos líneas a  $5^\circ$  a cada lado del tramo de alejamiento nominal. Sitúense los puntos “i1”, “i2”, “i3” y “i4” sobre dichas líneas (Tabla I-4-3-Ap C-4, líneas 14 y 15). “i1” y “i3” se trazan  $(60T - 5)$  segundos después de “g”; “i2” y “i4” deberán estar a  $(60T + 15)$  segundos después de “h”, pero por razones de simplicidad se trazan  $(60T + 21)$  segundos después de “g”. i1, i2, i3 e i4 determinan el área que contiene la posición con aire en calma del inicio del viraje de acercamiento.

3.3.2.2.2.5 Con el centro a una distancia r por debajo de “i2” sobre la perpendicular al tramo de alejamiento nominal, y con radio r, trácese un arco de  $180^\circ$  comenzando en “i2” y terminando en “n2”. Sitúense los puntos “j” y “k” después de 45 y  $90^\circ$  de viraje desde “i2”. Trácese el correspondiente arco, comenzando en “i4” y terminando en “n4”. Sitúense los puntos “l” y “m” después de  $90^\circ$  y  $135^\circ$  de viraje desde “i4”.

3.3.2.2.2.6 El final del viraje de acercamiento en condiciones de aire en calma queda en el área n1 n2 n3 n4 reducida desde i1 i2 i3 i4 mediante la traslación de un diámetro de viraje nominal.

### 3.3.2.2.3 Influencia del viento

3.3.2.2.3.1 El efecto del viento se calcula para cada punto multiplicando la velocidad del viento (Tabla I-4-3-Ap C-4, línea 7) por el tiempo de vuelo desde “a” hasta el punto.

3.3.2.2.3.2 *Influencia del viento durante el viraje de alejamiento:* Trácense arcos con centros en “b”, “c”, “d”, “e” y “f” y radios  $W_b$ ,  $W_c$ ,  $W_d$ ,  $W_e$  y  $W_f$  (Tabla I-4-3-Ap C-4, líneas 16 a 20).

3.3.2.2.3.3 El área que contiene el final del viraje de alejamiento se determina mediante dos arcos con centros en “g” y “h” y radios  $W_g$  y  $W_h$  (Tabla I-4-3-Ap C-4, líneas 21 y 22) y sus tangentes comunes.

3.3.2.2.3.4 El área que contiene el inicio del viraje de acercamiento se determina mediante cuatro arcos con centros en “i1”, “i2”, “i3” y “i4” y radios  $W_{i1}$ ,  $W_{i2}$ ,  $W_{i3}$  y  $W_{i4}$  (Tabla I-4-3-Ap C-4, líneas 25 y 26) y sus cuatro tangentes comunes.

3.3.2.2.3.5 *Influencia del viento durante el viraje de acercamiento:* Trácense arcos con centros en “j”, “k”, “l”, “m”, “n4” y “n3” y radios  $W_j$ ,  $W_k$ ,  $W_l$ ,  $W_m$ ,  $W_{n4}$  y  $W_{n3}$  (Tabla I-4-3-Ap C-4, líneas 27 a 31).

3.3.2.2.3.6 Trácense arcos con centros en “o” y “p” y radios  $W_o$  y  $W_p$  (Tabla I-4-3-Ap C-4, líneas 23 y 24).

### 3.3.2.2.4 Trazado de la plantilla

3.3.2.2.4.1 El trazado de la plantilla se compone de:

- la envolvente espiral de los arcos con centros en “c”, “d”, “e”, “f” y “g”;
- el arco con centro en “i1” y la tangente común a este arco y a la espiral a);
- la tangente común a los arcos con centros en “i1” y “i2”;
- la envolvente espiral de los arcos con centros en “i2”, “j” y “k”, la envolvente espiral de los arcos con centro en “l”, “m” y “n4” y su tangente común;
- los arcos con centros en “n3” y “n4” y su tangente común; y
- la tangente al arco con centro en “n3” y a la espiral a), salvo cuando el arco no interseque la espiral (que puede ocurrir en ciertas combinaciones de TAS baja y velocidad del viento elevada). En este caso, se emplea una



solución geométrica y el arco termina en su intersección con el eje AC. Desde esta intersección, se traza un segundo arco con centro en el punto a) para intersectar la espiral a). Seguidamente se traza una tangente común entre el arco y la espiral a) para encerrar el área. Véase el Diagrama I-4-3-Ap C-6a.

3.3.2.2.4.2 La protección del tramo de alejamiento en la dirección del eje D se representan mediante las tangentes comunes a los arcos con centros en “g”, “i3” e “i4”, denominada línea “3” (véanse los Diagramas I-4-3-Ap C-6, I-4-3-Ap C-7 y I-4-3-Ap C-8).

3.3.2.2.4.3 La protección de un viraje de más de 180° se representa mediante:

- a) la envolvente espiral de los arcos con centros en “c”, “d”, “e”, “f” y la tangente a esta espiral que pasa a través de “a”; y
- b) la envolvente espiral de los arcos con centros en “h”, “o” y “p” y la tangente a esta espiral y al área trazada según 3.3.2.2.3.3.

3.3.2.2.4.4 *Área de tolerancia del punto de referencia de posición del VOR*: Véase la Sección 2, Capítulo 2, 2.5.1.

3.3.2.2.4.5 *Área de tolerancia del punto de referencia de posición del NDB*: Véase la Sección 2, Capítulo 2, 2.5.2.

3.3.2.2.4.6 *Punto “R”*. Este punto se utiliza para obtener la posición más baja del radial límite, de forma que dicho radial no cruce el área que contiene el final del viraje de alejamiento. Se sitúa de la siguiente forma:

- a) trácese la tangente al área que contiene el final del viraje de alejamiento pasando por el punto de intersección del contorno de la plantilla con el eje C; y
- b) sitúese el punto “R” en la intersección de dicha tangente con la curva trazada según 3.3.2.2.4.3 b).

3.3.2.2.4.7 *Punto “E”*. Este punto se utiliza para determinar el área de entrada omnidireccional en la dirección de los ejes C y D. Se sitúa mediante sus coordenadas XE e YE desde el contorno de la plantilla:

- a) trácese una línea perpendicular a la derrota de acercamiento a una distancia XE (Tabla I-4-3-Ap C-4, línea 32) desde la posición extrema del contorno de la plantilla en la dirección del eje C (tangente común a los círculos con centros en “k” y “l”);
- b) trácese una línea paralela a la derrota de acercamiento a una distancia YE (Tabla I-4-3-Ap C-4, línea 33) desde la posición extrema del contorno de la plantilla en la dirección del eje D (círculo con centro en “n4”); y
- c) sitúese el punto “E” en la intersección de ambas líneas.

Explicación:

XE es el desplazamiento mayor de una aeronave a lo largo del eje C mientras efectúa un procedimiento de entrada. Esto ocurre para las entradas al Sector 3 con un ángulo de 90° respecto al eje del procedimiento y viento a lo largo del eje C (véase la Figura I-4-3-Ap C-8).

El máximo desplazamiento a lo largo del eje C debido al efecto del viento tiene lugar en el punto  $E_{\text{máx}}$ , después de la porción del viraje correspondiente al ángulo de deriva. Por razones de simplicidad, el valor de este ángulo en la fórmula es de 15°:

$$XE = 2r + (t + 15)v + (11 + 90/R + t + 15 + 105/R)w'$$

YE es el desplazamiento mayor de una aeronave a lo largo del eje D mientras efectúa un procedimiento de entrada. Esto ocurre para las entradas al Sector 1 con un ángulo de 70° respecto al eje del procedimiento y viento a lo largo del eje D (véase la Figura I-4-3-Ap C-9).

El máximo desplazamiento a lo largo del eje D debido al efecto del viento tiene lugar en el punto  $E_{\text{máx}}$ , después de la porción del viraje correspondiente al ángulo de deriva. Por razones de simplicidad, el valor de este ángulo en la fórmula es de 15°:

$$YE = 11v \cos 20^\circ + r \sin 20^\circ + r + (t + 15) v \tan 5^\circ + (11 + 20/R + 90/R + t + 15 + 15/R)w'$$

### 3.3.3 *Segunda etapa: construcción del área básica y de la correspondiente área de entrada omnidireccional en la vertical de un VOR o un NDB o en la intersección de radiales VOR*

#### 3.3.3.1 *Construcción del área básica* (Referencia, Diagrama I-4-3-Ap C-9)

##### 3.3.3.1.1 *Área de tolerancia del punto de referencia del procedimiento*

##### 3.3.3.1.1.1 *Procedimiento en la vertical de un VOR*

- a) Sitúese el punto “A” en el VOR; y
- b) trácese en torno a “A” el área de tolerancia del punto de referencia del VOR obtenida de la plantilla (área VI V2 V3 V4) y localídense los puntos “A1”, “A2”, “A3” y “A4” en las cuatro esquinas del área.

##### 3.3.3.1.1.2 *Procedimiento en la vertical de un NDB*

- a) Sitúese el punto “A” en el NDB; y
- b) trácese en torno a “A” el área de tolerancia del punto de referencia del NDB obtenida de la plantilla (área NI N2 N3 N4) y localídense los puntos “A1”, “A2”, “A3” y “A4” en las cuatro esquinas del área.

##### 3.3.3.1.1.3 *Procedimiento en la intersección de radiales VOR*

- a) sitúese el punto “A” en la intersección de los radiales de recalada e intersección; y
- b) trácese en torno a “A” el área de tolerancia del punto de referencia de la posición determinada por las tolerancias de los radiales de recalada e intersección Parte I, Sección 2, Capítulo 2, 2.3.3, “Precisión de utilización del sistema” y localídense los puntos “A1”, “A2”, “A3” y “A4” en las cuatro esquinas del área.

#### 3.3.3.1.2 *Construcción del área del procedimiento*

3.3.3.1.2.1 Colóquese el punto “a” de la plantilla sobre A3, con el eje del procedimiento de la plantilla paralelo a la derrota de acercamiento, y trácese la curva “3” (parte del trazado de la plantilla) y la línea “3” (protección del tramo de alejamiento en la dirección del eje D).

3.3.3.1.2.2 Colóquese sucesivamente el punto “a” de la plantilla sobre “A1”, “A2” y “A4” para trazar las curvas “1”, “2” y “4”.

3.3.3.1.2.3 Trácese las tangentes comunes a las curvas “1” y “2”, “2” y “4”, “3” y “4”, “3” y “1”.

### 3.3.3.2 Construcción del área de entrada

#### 3.3.3.2.1 Construcción del área de entrada suponiendo una entrada omnidireccional en la vertical de un VOR o un NDB (Referencia, Diagramas I-4-3-Ap C-10, I-4-3-Ap C-11 y I-4-3-Ap C-12)

3.3.3.2.1.1 Trácese el círculo con centro en “A” que pase a través de “A1” y “A3”.

3.3.3.2.1.2 Sitúese el punto “E” sobre una serie de puntos a lo largo de este círculo (con el eje de la plantilla paralelo a la derrota de acercamiento) y trácese, para cada punto, una curva en el contorno exterior de la plantilla en la dirección de los ejes C y D; la curva “5” es la envolvente de dichas curvas.

3.3.3.2.1.3 Trácese el límite de la entrada a los Sectores 1 y 3 (línea en ángulo de 70° con la derrota de acercamiento). Con el eje de la plantilla sobre esta línea, trácese el área de tolerancia del punto de referencia de entrada El E2 E3 E4 obtenida de la plantilla para el VOR o el NDB.

3.3.3.2.1.4 Colóquese el punto “a” sobre El y E3 (con el eje de la plantilla paralelo a la línea de separación de los Sectores 1 y 3) y trácese las curvas “6” y “7” y su tangente común.

3.3.3.2.1.5 Con centro en “A”, trácese el arco tangente a la curva “6” hasta su intersección con la curva “1”.

3.3.3.2.1.6 La línea 8 es simétrica a las líneas 6 y 7 en relación a la línea divisoria de 70°. Trácese tangentes comunes a las curvas “5”, “6”, “7” y “8” según corresponda.

#### 3.3.3.2.2 Construcción del área de entrada suponiendo entradas lo largo de los radiales de recalada e intersección, en caso de un procedimiento basado en la intersección de radiales VOR (Referencia, Diagrama I-4-3-Ap C-14)

3.3.3.2.2.1 Protección de la entrada a lo largo de la recíproca de la derrota de acercamiento. Colóquese el punto “E” de la plantilla sobre “A2” y “A4” (con el eje de la plantilla paralelo a la derrota de acercamiento) y trácese las curvas “5” y “6” (partes del contorno de la plantilla) y su tangente común.

3.3.3.2.2.2 Protección de las entradas a lo largo del radial de intersección. Además del área proporcionada anteriormente por las curvas “5” y “6”, si el VOR de intersección se encuentra en el Sector 2 o en la parte del Sector 3 opuesta al Sector 2 el área de protección se determina de la forma que sigue.

3.3.3.2.2.2.1 Determínese el área de tolerancia del punto de referencia de entrada El E2 E3 E4 aplicando la tolerancia para un VOR de recalada (Parte I, Sección 2, Capítulo 2, Tabla I-2-2-1) al radial de intersección y la tolerancia para un VOR de intersección (Parte I, Sección 2, Capítulo 2, Tabla I-2-2-1) al radial de recalada.

3.3.3.2.2.2.2 Sitúese el punto “a” de la plantilla sobre E3 y E4 (con el eje de la plantilla paralelo al radial de intersección) y trácese las curvas “7” y “8” (protección de un viraje de más de 180°: curva interior de la plantilla) y su tangente común.

#### 3.3.3.3 Reducción del área para un procedimiento en la vertical de una instalación cuando las entradas por el Sector 1 no están autorizadas (Referencia, Diagrama I-4-3-Ap C-13)

3.3.3.3.1 Si la aeronave intercepta el radial del procedimiento antes del final del tramo de alejamiento, se supone que el piloto sigue las indicaciones de este radial sin desviarse más allá del eje del procedimiento.

3.3.3.3.2 Si la línea 3 corta la línea de protección del eje del procedimiento (errores VOR o NDB a lo largo de la derrota) el área puede reducirse como se indica en el Diagrama I-4-3-Ap C-13; gírese la plantilla 180° y sitúese el punto “a” sobre la línea de protección del eje del procedimiento, tangente al área en la dirección del eje C; trácese una línea paralela a la línea de protección, tangente a la curva de entrada. Puede eliminarse el área bajo dicha paralela, en la dirección del eje D.

3.3.3.3.3 Esta reducción solo está admitida cuando no se permiten las entradas por el Sector 1.

### 3.3.4 Construcción del área básica y la correspondiente área de entrada a lo largo del radial para procedimientos VOR/DME

#### 3.3.4.1 Procedimiento hacia la instalación (Referencia, Diagrama I-4-3-Ap C-15)

##### 3.3.4.1.1 Construcción del área básica

3.3.4.1.1.1 Selección y cálculo de los parámetros de distancia (véase la Figura I-4-3-Ap C-10). Los parámetros de distancia se escogen y calculan en el orden siguiente:

a) selección de la distancia nominal: D

D es el alcance oblicuo entre la instalación VOR/DME y el punto del procedimiento a la altitud especificada;

b) selección de la distancia de alejamiento: ds

ds es la longitud horizontal del tramo de alejamiento; ds debería ajustarse a la relación  $ds > vt$ , siendo t el tiempo de alejamiento, como se establece en el Capítulo 3, 3.5.5, “Tiempo de alejamiento” para procedimientos de hipódromo y en la Parte II, Sección 4, Capítulo 1, 1.3.2.2, “Cronometraje de alejamiento” para procedimientos de espera;

c) cálculo de la distancia horizontal: Ds

Ds es la distancia entre la instalación VOR/DME (S) y la proyección del punto del procedimiento sobre el plano horizontal pasando a través de S (punto A)

$$Ds = \sqrt{D^2 - hl^2}$$

(Ds, D y hl en km); o

$$DS = \sqrt{D^2 - 0,027 hl^2}$$

(Ds y D en NM y hl en miles de pies)

d) cálculo de la distancia límite de alejamiento: DL

DL es el alcance oblicuo entre la instalación VOR/DME y el final de la derrota de alejamiento a la altitud especificada

$$DL = \sqrt{(Ds + ds)^2 + 4r^2 + hl^2}$$

(DL, Ds, ds, r, hl en km); o

$$DL = \sqrt{(Ds + ds)^2 + 4r^2 + 0,027 hl^2}$$

(DL, Ds, ds, r en NM y hl en miles de pies)

a continuación se redondea DL al km (o NM) inmediato superior salvo para partes decimales inferiores a 0,25 km (o NM) en el caso de un procedimiento a o por debajo de 4 250 m (o 14 000 ft) o 0,5 km (o NM) en el caso de un procedimiento por encima de 4 250 m (o 14 000 ft), en cuyo caso se redondeará al km (o NM) inmediato inferior;

e) cálculo de la distancia horizontal límite de alejamiento: DLs

DLs es la distancia entre la instalación VOR/DME y la proyección vertical del final de la derrota de alejamiento sobre el plano horizontal pasando a través de S

$$DLs = \sqrt{DL^2 - hl^2}$$

(DLs, DL, hl en km); o

$$DLs = \sqrt{DL^2 - 0,027 hl^2}$$

(DLs, DL en NM y hl en miles de pies).

#### 3.3.4.1.1.2 Área de tolerancia del punto de referencia y distancia límite de alejamiento

- desde S trácese el radial reglamentario “RP” y dos líneas “RP1” y “RP2” formando un ángulo  $\alpha$  (tolerancia para un VOR de recalada, Parte I, Sección 2, Capítulo 2, Tabla I-2-2-1) con RP a cada lado del mismo;
- con centro en S, trácense los arcos “Ds” con un radio Ds, “D1” con un radio Ds – dl, “D2” con un radio Ds + dl, “DLs”, “DL1” y “DL2” con radios DLs, DLs – d2 y DLs + d2

siendo dl y d2 la tolerancia DME asociada con D y DL:

dl es 0,46 km (0,25 NM) + 0,0125 D;

d2 es 0,46 km (0,25NM) + 0,0125 DL;

- sitúense los puntos “A” en la intersección de “RP” y “Ds”  
“A1” y “A2” en las intersecciones de “RP1”  
con “D1” y “D2”  
“A3” y “A4” en las intersecciones de “RP2”  
con “D1” y “D2”.

#### 3.3.4.1.1.3 Protección del viraje de alejamiento y del tramo de alejamiento

- sitúese el punto “a” de la plantilla de hipódromo sobre A1, con el eje paralelo a la derrota de acercamiento, y trácese la curva “1” (parte del contorno de la plantilla);
- sitúese el punto “a” de la plantilla sobre A3, y trácese la curva “2” (parte del contorno de la plantilla) y la línea “3” (protección del tramo de alejamiento del lado opuesto al de maniobra); y
- trácese la tangente común a las curvas “1” y “2” y extiéndase la parte recta de la curva “1” y la línea “3” en la dirección del extremo de alejamiento.

#### 3.3.4.1.1.4 Área que contiene el final del tramo de alejamiento

- sitúense los puntos C1 y C'3 en la intersección de la extensión de la curva "1" con los arcos DL1 y DL2;
- sitúese el punto C2 entre C1 y C'3 a una distancia  $(d1 + d2 - 1,8)$  km o  $(d1 + d2 - 1)$  NM desde C'3;
- trácese una línea paralela a la derrota de acercamiento a través de C2 y sitúense los puntos C3 en la intersección de esta línea con el arco DL2;
- hágase lo mismo que en a), b) y c) con la línea "3" en vez de la curva "1" y los puntos C4, C'6, C5 y C6 en vez de C1, C'3, C2 y C3 [véase la Figura I-4-3-Ap C-11 a)]; y
- si la aeronave intercepta el radial VOR antes de alcanzar la distancia límite de alejamiento, se supone que el piloto sigue las indicaciones del VOR sin desviarse más allá del eje del procedimiento, de forma que:

cuando C5 y C6 estén más lejos del eje del procedimiento que RP2 [véase la Figura I-4-3-Ap C-11 b)], sustitúyanse C5 y C6 por las intersecciones de RP2 con la línea "3" y DL2, y el final del tramo de alejamiento está contenido en el área C1, C2, C3, C4, C5 y C6; y

cuando C4, C5 y C6 estén más lejos del eje del procedimiento que RP2 [véase la Figura I-4-3-Ap C-11 c)], sustitúyanse C4 y C6 por las intersecciones de RP2 con DL1 y DL2, y el final del tramo de alejamiento está contenido en el área C1, C2, C3, C4 y C6.

#### 3.3.4.1.1.5 Protección del viraje de acercamiento. Gire la plantilla 180°, y a continuación:

- colóquese el punto "a" de la plantilla sobre C2 y C3, con el eje paralelo a la derrota de acercamiento, y trácense las curvas "4" y "5" (parte de la línea de protección de un viraje de más de 180°) y su tangente común;
- desplácese el punto "a" de la plantilla a lo largo del arco DL2 desde C3 a C6 (con el eje paralelo a la derrota de acercamiento y en dirección opuesta) y trácese la curva "6";
- colóquese el punto "a" de la plantilla sobre C6, C4 y finalmente sobre C5 y trácense las curvas "7", "8" y finalmente "9" y su tangente común; y
- trácese la tangente a las curvas "8" y "2".

#### 3.3.4.1.2 Construcción de las áreas de entrada

##### 3.3.4.1.2.1 La llegada a un circuito de espera VOR/DME puede ser:

- a lo largo del eje de la derrota de acercamiento;
- a lo largo de una derrota publicada;
- mediante guía vectorial radar, cuando la aeronave deba establecerse en trayectorias de vuelo protegidas prescritas;

y el punto de entrada puede ser:

- el punto de referencia de espera; o

- b) el punto de referencia en el final del tramo de alejamiento.

*Cuando el punto de entrada se encuentra en el punto de referencia de espera, pueden considerarse dos casos:*

*Caso 1.1* — Llegada por el radial VOR para el tramo de acercamiento;

*Caso 1.2* — Llegada por el arco DME que define el punto de referencia de espera.

Cuando el punto de entrada es el punto de referencia al final del tramo de alejamiento, la única opción es la llegada por el radial VOR pasando a través del punto de referencia al final del tramo de alejamiento.

3.3.4.1.2.2 También se puede utilizar la orientación que proporciona otra instalación de radio (por ejemplo, un NDB); en tal caso, la protección de la entrada deberá estudiarse detenidamente tomando como base los criterios generales.

3.3.4.1.2.3 El radio de un arco DME que se utiliza como guía para llegadas a una espera VOR/DME no debería ser inferior a 18,5 km (10 NM).

3.3.4.1.2.4 La longitud mínima del último tramo de la derrota de llegada que finaliza en el punto de entrada es función del ángulo ( $\theta$ ) entre el penúltimo tramo de la trayectoria radar y el último tramo. Los valores figuran en la siguiente tabla:

	$\theta$			
	0° a 70°	71° a 90°	91° a 105°	106° a 120°
Distancia mínima en km (NM)	7,5 (4)	9,5 (5)	13 (7)	16,5 (9)

3.3.4.1.2.5 *Métodos de llegada a una espera VOR/DME y procedimientos de entrada correspondientes.* Los métodos se detallan a continuación:

*Caso 1* — Entrada en el punto de referencia de espera;

*Caso 1.1* — Entrada en el punto de referencia de espera a través de un radial que forma el punto de referencia:

- a) *Llegada por el radial VOR para el tramo de acercamiento, en el mismo rumbo que la derrota de acercamiento.* La trayectoria de llegada (o el último tramo de la misma) está alineada con la derrota de acercamiento y sigue su mismo rumbo. La entrada consiste en seguir el circuito de espera [véase la Figura I-4-3-Ap C-12 a)].

Protección de la entrada: La entrada está protegida por el área de protección de espera.

- b) *Llegada por el radial VOR para el tramo de acercamiento, en un rumbo recíproco al de la derrota de acercamiento.* Al llegar al punto de referencia de espera, la aeronave vira hacia el lado de espera en una derrota que forma un ángulo de 30° con la recíproca de la derrota de acercamiento, hasta alcanzar la distancia límite de alejamiento DME, momento en el que la aeronave vira para interceptar la derrota de acercamiento. En el caso de entrada a una espera VOR/DME alejada de la instalación con radial límite, si la aeronave intercepta el radial dentro de la distancia DME deberá virar y seguirlo hasta alcanzar la distancia límite de alejamiento DME, punto en que virará para interceptar la derrota de acercamiento [véase la Figura I-4-3-Ap C-12 b)].

*Caso 1.2* — Entrada en el punto de referencia de espera por el arco DME que forma el punto de referencia:

- a) *Llegada al arco DME que define el punto de referencia de espera, desde el lado de espera.* Al llegar al punto de referencia de espera, la aeronave vira y sigue una derrota paralela y recíproca de la derrota de acercamiento, hasta alcanzar la distancia límite de alejamiento DME, punto en que virará para interceptar la derrota de acercamiento [véase la Figura I-4-3-Ap C-12 c)].
- b) *Llegada al arco DME que define el punto de referencia de espera, desde el lado que no corresponde a la espera.* Al llegar al punto de referencia de espera, la aeronave vira y sigue una derrota paralela a -y con el mismo rumbo que- la derrota de alejamiento, hasta alcanzar la distancia límite de alejamiento DME, momento en que virará para interceptar la derrota de acercamiento [véase la Figura I-4-3-Ap C-12 d)].

Una derrota de entrada a la que corresponda un Caso 1.2 a) no deberá especificarse a menos que sea absolutamente necesario, especialmente en un procedimiento de espera VOR/DME alejado de la instalación. Si se escoge una distancia DME apropiada, este tipo de llegada puede ser sustituido en la práctica por una de arco DME que finalice en la prolongación de la derrota de acercamiento [véanse las Figuras I-4-3-Ap C-12 e) y f)].

*Caso 2* — Entrada en el punto de referencia al final del tramo de alejamiento por un radial que forma el punto de referencia límite:

- a) alejándose de la instalación;
- b) acercándose a la instalación.

Al llegar al punto de referencia al final del tramo de alejamiento, la aeronave vira y sigue el circuito de espera.

3.3.4.1.2.6 La entrada por el Sector 1 a lo largo del arco DME está protegida de la siguiente forma:

- a) se toma un calco de la plantilla, se hace girar y se sitúa el punto “a” sobre A3 con el eje sobre la línea A1, A3 para trazar la curva “13”;
- b) se traza la línea “14” paralela a la línea “3” (utilizada en la construcción del área básica) y tangente a la curva “13”, y se sitúa el punto C10 en la intersección de esta línea con el arco DL2;
- c) se coloca el punto “a” del calco sobre C10, con el eje paralelo y opuesto a la derrota de acercamiento y se desplaza a lo largo de DL2 hasta la intersección de DL2 y RP1 para trazar la curva “15”.

3.3.4.1.2.7 *Protección del procedimiento de entrada por el Sector 2*

3.3.4.1.2.7.1 Se supone que, una vez pasado el punto de referencia, el piloto sigue una buena derrota ( $\pm 5^\circ$  de error) en ángulo de  $30^\circ$  con la derrota de acercamiento en el lado de maniobra y al alcanzar la distancia límite de alejamiento vira para acercarse. Además, el tiempo de vuelo en la derrota desplazada  $30^\circ$  está limitado a 1 min 30 s después de lo cual se espera que el piloto vire a un rumbo paralelo a la derrota de alejamiento hasta alcanzar la distancia límite de alejamiento, momento en que virará para el acercamiento.

3.3.4.1.2.7.2 Para procedimientos con alejamientos superiores a 1 min 30 s, la protección del procedimiento de entradas por el Sector 2 está garantizada por el área básica.

3.3.4.1.2.7.3 Para procedimientos con alejamientos de 1 min o de 1 min 30 s, el área de protección de entradas por el Sector 2 se traza del modo siguiente:

- a) desde A1 se traza una línea formando un ángulo de  $30^\circ + 5^\circ$  con RP y se sitúa C7 en su intersección con DL2;



- b) desde A4 se traza una línea formando un ángulo de  $30^\circ - 5^\circ$  con RP y se sitúa C8 en su intersección con DL2;
- c) se sitúa el punto “a” de la plantilla sobre C7 y se desplaza a lo largo de DL2 hasta C8, con el eje formando ángulo de  $30^\circ$  con RP, para trazar la curva “11”;
- d) se trazan las tangentes comunes a las curvas “10” y “11” y al área básica.

#### 3.3.4.1.3 Construcción del área de entrada para una entrada directa recíproca a un punto secundario (Referencia, Diagrama I-4-3-Ap C-16)

3.3.4.1.3.1 Se supone que las entradas directas recíprocas se realizan a lo largo del radial de entrada (RE) que une la estación VOR/DME (S) con el punto secundario (I) donde se inicia el viraje de acercamiento.

3.3.4.1.3.2 Esta área de entrada directa se traza de la forma siguiente:

- a) se mide el ángulo que forman el radial reglamentario (RP) y el radial que une la estación VOR/DME con el extremo del tramo de alejamiento nominal (línea SC) y se redondea su valor al grado entero inmediato para obtener el radial de entrada (RE) que ha de publicarse;
- b) se sitúa el punto “I” en la intersección de RE y DLs;
- c) desde S se trazan las líneas “RE1” y “RE2” formando un ángulo  $\alpha$  (tolerancia para VOR de recalada; Parte I, Sección 2, Capítulo 2, Tabla I-2-2-1) con RE a cada lado del mismo;
- d) se sitúan los puntos “I1” y “I2” en las intersecciones de RE1 con DL1 y DL2 y los puntos “I3” y “I4” en las intersecciones de RE2 con DL1 y DL2; y
- e) se sitúa el punto “a” de la plantilla sobre I2, con el eje paralelo a RE y se desplaza a lo largo de DL2 desde I2 hasta I4 para trazar la curva “13”.

#### 3.3.4.2 Procedimiento alejándose de la estación (Referencia, Diagrama I-4-3-Ap C-17)

##### 3.3.4.2.1 Construcción del área básica

3.3.4.2.1.1 Selección y cálculo de los parámetros de distancia (véase la Figura I-4-3-Ap C-13). Los parámetros de distancia se escogen y calculan en el siguiente orden:

- a) elección de la distancia nominal: D

D es el alcance oblicuo entre la instalación VOR/DME y el punto del procedimiento a la altitud especificada;

- b) elección de la distancia de alejamiento: ds

ds es la longitud horizontal del tramo de alejamiento

ds debería ajustarse a la relación  $ds \geq vt$ , siendo t el cronometraje de alejamiento, como se describe en el Capítulo 3, 3.5.5, “Tiempo de alejamiento”, para procedimientos de hipódromo y en la Parte II, Sección 4, Capítulo 1, 1.3.2.2, “Cronometraje de alejamiento”, para procedimientos de espera;

## c) cálculo de la distancia horizontal: Ds

Ds es la distancia entre la instalación VOR/DME (S) y la proyección vertical del punto del procedimiento sobre el plano horizontal pasando a través de S

$$Ds = \sqrt{D^2 - hl^2}$$

(Ds, D y hl en km); o

$$DS = \sqrt{D^2 - 0,027 hl^2}$$

(Ds y D en NM y hl en miles de pies)

## d) cálculo de la distancia límite de alejamiento: DL

DL es el alcance oblicuo entre la instalación VOR/DME y el final de la derrota de alejamiento a la altitud especificada.

$$DL = \sqrt{(Ds - ds)^2 + 4r^2 + hl^2}$$

(DL, Ds, ds, r, hl en km); o

$$DL = \sqrt{(Ds - ds)^2 + 4r^2 + 0,027 hl^2}$$

(DL, Ds, ds, r en NM y hl en miles de pies)

DL seguidamente se redondea al valor inmediato inferior en km o NM, salvo para partes decimales superiores a 0,25 km o NM en el caso de un procedimiento a o por debajo de 4 250 m (o 14 000 ft) o 0,5 km o NM en el caso de procedimientos por encima de 4 250 m (o 14 000 ft), en cuyo caso se redondeará al valor inmediato superior en km o NM;

## e) cálculo de la distancia límite horizontal de alejamiento: DLs

DLs es la distancia entre la instalación VOR/DME y la proyección vertical del final de la derrota de alejamiento sobre el plano horizontal pasando a través de S

$$DLs = \sqrt{DL^2 - hl^2}$$

(DL, hl en km); o

$$DLs = \sqrt{DL^2 - 0,027 hl^2}$$

(DLs, DL en NM y hl en miles de pies)

## 3.3.4.2.1.2 Área de tolerancia del punto de referencia y distancia límite de alejamiento

- trácese desde S el radial reglamentario “RP” y dos líneas, “RP1” y “RP2”, formando un ángulo  $\alpha$  (tolerancia para un VOR de recalada, Parte I, Sección 2, Capítulo 2, Tabla I-2-2-1) con RP a cada lado del mismo;
- con centro en S, trácense los arcos “Ds” con un radio Ds, “Dl” con un radio Ds + dl, “D2” con un radio Ds – dl, “DLs”, “DL1” y “DL2” con radios DLs, DLs + d2 y DLs – d2

siendo  $d_1$  y  $d_2$  las tolerancias DME asociadas con D y DL:

$d_1$  es 0,46 km (0,25 NM) + 0,0125 D; y

$d_2$  es 0,46 km (0,25 NM) + 0,0125 DL; y

c) sitúense los puntos “A” en la intersección de RP y Ds:

“A1” y “A2” en las intersecciones de RP1 con D1 y D2; y

“A3” y “A4” en las intersecciones de RP2 con D1 y D2.

#### 3.3.4.2.1.3 Protección del viraje de alejamiento y del tramo de alejamiento

- sitúese el punto “a” de la plantilla sobre A1, con el eje paralelo a la derrota de acercamiento, y trácese la curva “1” (parte del contorno de la plantilla);
- sitúese el punto “a” de la plantilla sobre A3, con el eje paralelo a la derrota de acercamiento, y trácense la curva “2” (parte del contorno de la plantilla) y la línea “3” (protección del tramo de alejamiento en la dirección del lado opuesto al de maniobra); y
- trácese la tangente común a las curvas “1” y “2” y prolongúese la parte recta de la curva “1” y de la línea “3” en la dirección del extremo de alejamiento.

#### 3.3.4.2.1.4 Área que contiene el final del tramo de alejamiento

- Sitúense los puntos C1 y C’3 en las intersecciones de las prolongaciones de la curva “1” con los arcos DL1 y DL2. Si no se produce ninguna intersección deberá especificarse un radial límite (véase 3.3.4.3 de este apéndice);
- sitúese el punto C2 entre C1 y C’3 a una distancia  $(d_1 + d_2 - 1,8)$  km o  $(d_1 + d_2 - 1)$  NM desde C’3;
- trácese una línea paralela a la derrota de acercamiento a través de C2 y sitúese el punto C3 en la intersección de esta línea con el arco DL2;
- hágase lo mismo que lo indicado previamente en a), b) y c), con la línea “3” en vez de la curva “1” y los puntos C4, C’6, C5 y C6 en vez de C1, C’3, C2 y C3 [véase la Figura I-4-3-Ap C-14 a)]; y
- si la aeronave intercepta el radial VOR antes de alcanzar la distancia límite de alejamiento, se supone que el piloto seguirá las indicaciones del VOR sin desviarse más allá del eje del procedimiento, de forma que:

cuando C5 y C6 estén más alejados del eje del procedimiento que RP2 [véase la Figura I-4-3-Ap C-14 b)], sustitúyanse C5 y C6 por las intersecciones de RP2 con la línea “3” y DL2, y el final del tramo de alejamiento está contenido en el área C1, C2, C3, C4, C5 y C6;

cuando C4, C5 y C6 estén más alejados del eje del procedimiento que RP2 [véase la Figura I-4-3-Ap C-14 c)], sustitúyanse C4 y C6 por las intersecciones de RP2 con DL1 y DL2, y el final del tramo de alejamiento está contenido en el área C1, C2, C3, C4 y C6.

#### 3.3.4.2.1.5 Protección del viraje de acercamiento. Hágase girar la plantilla 180°, y seguidamente:

- sitúese el punto “a” de la plantilla sobre C2 y C3, con el eje paralelo a la derrota de acercamiento, y trácense las curvas “4” y “5” (parte de la línea de protección de un viraje de más de 180°) y su tangente común;

- b) desplácese el punto “a” de la plantilla a lo largo del arco DL2 desde C3 hasta C6, con el eje paralelo a la derrota de acercamiento, y trácese la curva “6”;
- c) sitúese el punto “a” de la plantilla sobre C6, C4 y finalmente sobre C5 y trácense las curvas “7”, “8” y finalmente “9” y sus tangentes comunes; y
- d) trácese la tangente a las curvas “8” y “2”.

3.3.4.2.2 *Construcción del área de entrada.* Se supone que todas las entradas se realizan a lo largo del radial VOR o del arco DME que define el punto de referencia. Las entradas realizadas a lo largo del radial acercándose al punto de referencia o a lo largo del arco DME desde el lado que no es el de maniobra, están protegidas por el área básica. La protección de entradas efectuadas a lo largo de la recíproca al acercamiento o a lo largo del arco DME desde el lado de maniobra requiere, además del área básica, el área construida de la forma que sigue. La entrada a lo largo del arco DME desde el lado de maniobra es un procedimiento de entrada por el Sector 1. Como la recíproca de la derrota de acercamiento es la línea divisoria entre los Sectores de entrada 1 y 2, se entiende que ambos procedimientos de entrada, tanto por el Sector 1 como por el Sector 2, pueden realizarse al entrar acercándose a lo largo de la recíproca al acercamiento.

3.3.4.2.2.1 *Protección de procedimientos de entrada por el Sector 1.* Al entrar a lo largo del arco DME, se supone que una vez pasado el punto de referencia la aeronave vira para seguir una derrota paralela a la derrota de acercamiento y, una vez alcanzada la distancia límite DME de alejamiento, vira acercándose al lado de maniobra. Para entradas a lo largo del arco DME, el área de entrada se traza de la forma siguiente:

- a) tómese un calco de la plantilla, inviértase y sitúese el punto “a” sobre A3 con el eje sobre la línea A1 A3 para trazar la curva “14”;
- b) trácese la línea “15” paralela a la línea “3” (utilizada en la construcción del área básica) y tangente a la curva “14”, y sitúese el punto C10 en la intersección de esta línea con el arco DL2; y

*Nota.— Si no se produce ninguna intersección, deberían ajustarse las distancias DME especificadas o no se autorizarán entradas por el Sector 1 a lo largo del arco DME.*

- c) sitúese el punto “a” del calco sobre C10, con el eje paralelo y opuesto a la derrota de acercamiento, y desplácelo a lo largo de DL2 hasta la intersección de DL2 y RP1 para trazar la curva “16”.

3.3.4.2.2.2 *Protección de procedimientos de entrada por el Sector 2.* Se supone que una vez pasado el punto de referencia, el piloto sigue una derrota (con  $\pm 5^\circ$  de error) que forma un ángulo de  $30^\circ$  con la derrota de acercamiento en el lado de maniobra y que, al alcanzar la distancia límite de alejamiento, vira acercándose. Además, el tiempo de vuelo en la derrota desplazada  $30^\circ$  está limitado a 1 min 30 s después de lo cual se espera que el piloto vire a un rumbo paralelo a la derrota de alejamiento hasta alcanzar la distancia límite de alejamiento y seguidamente vira para acercarse.

3.3.4.2.2.2.1 Para procedimientos con alejamiento de más de 1 min 30 s la protección del procedimiento de entrada por el Sector 2 la asegura el área básica.

3.3.4.2.2.2.2 Para procedimientos con alejamiento de 1 min o 1 min 30 s, el área de protección de entradas por el sector 2 se traza de la forma siguiente:

- a) desde A1 trácese una línea que forme un ángulo de  $30^\circ + 5^\circ$  con RP y sitúese C7 en su intersección con DL2. Si no se produce ninguna intersección, deberá especificarse un radial límite de acuerdo con 3.3.4.3;
- b) desde A4 trácese una línea formando un ángulo de  $30^\circ - 5^\circ$  con RP y sitúese C8 en su intersección con DL2;

- c) sitúese el punto “a” de la plantilla sobre C7 y desplácese a lo largo de DL2 hasta C8, con el eje formando un ángulo de 30° con RP, para trazar la curva “10”; y
- d) trácense las tangentes comunes a la curva “10” y al área básica.

#### 3.3.4.2.3 Construcción del área de entrada para entradas directas recíprocas a un punto secundario (Referencia, Diagrama I-4-3-Ap C-18)

3.3.4.2.3.1 La entrada directa recíproca se efectúa a lo largo del radial de entrada (RE) que une la estación VOR/DME (S) con el punto secundario (I) en el que se inicia el viraje de acercamiento.

3.3.4.2.3.2 La protección de este procedimiento de entrada la asegura el área básica.

3.3.4.2.3.3 El radial de entrada se determina de la forma siguiente: Mídase el ángulo que forman el radial reglamentario (RP) y el radial que une la estación VOR/DME con el extremo del tramo de alejamiento nominal (línea SC) y redondéese su valor al grado entero inmediato para obtener el radial de entrada (RE) que ha de publicarse.

#### 3.3.4.3 Procedimiento alejándose de la estación con un radial límite (Referencia, Diagrama I-4-3-Ap C-19)

##### 3.3.4.3.1 Construcción del área básica

3.3.4.3.1.1 Selección y cálculo de los parámetros de distancia (véase la Figura I-4-3-Ap C-13). Los parámetros de distancia se escogen y calculan de la misma forma que en 3.3.4.2.1.1.

3.3.4.3.1.2 Área de tolerancia del punto de referencia, distancia límite de alejamiento y radial límite. El área de tolerancia del punto de referencia y la distancia límite de alejamiento se trazan de la misma forma que en 3.3.4.2.1.2:

- a) colóquese el punto “a” de la plantilla sobre A2 y sitúese el punto “R” dado por la plantilla;
- b) mídase el ángulo formado por la línea que une R con S y RP, súmese  $\beta$  (tolerancia para un VOR de intersección, véase Parte I, Sección 2, Capítulo 2, Tabla I-2-2-1) y redondéese el resultado al grado inmediato superior; y
- c) desde S, trácese la línea RL que forma un ángulo del valor redondeado de c) con RP y la línea RL2 que forma el ángulo  $\beta$  con RL.

3.3.4.3.1.3 Protección del viraje de alejamiento y del tramo de alejamiento. La protección del viraje de alejamiento y del tramo de alejamiento se traza de la misma forma que en 3.3.4.2.1.3.

##### 3.3.4.3.1.4 Área que contiene el final del tramo de alejamiento

- a) si la intersección de la prolongación de la curva 1 y RL2 está más cerca de A1 que la intersección de la prolongación de la curva 1 y DL1 (caso del Diagrama I-4-3-Ap C-19), sitúese el punto C1 en la intersección de la prolongación de la curva 1 con la línea RL2 y C2 y C3 en las intersecciones de RL2 con DL1 y DL2;
- b) si la intersección de la prolongación de la curva 1 y RL2 se encuentra entre las intersecciones de la misma prolongación con DL1 y DL2, sitúense los puntos C1 y C2 en las intersecciones de la prolongación de la curva 1 con el arco DL1 y la línea RL2 y el punto C3 en la intersección de RL2 con DL2;

- c) si la intersección de la prolongación de la curva 1 y RL2 está más lejos de A1 que la intersección de la misma prolongación con DL2, hágase lo mismo que en 3.3.4.2.1.4 a), b) y c); y
- d) sitúense los puntos C4, C6 y finalmente C5 de la misma forma que se describe en 3.3.4.2.1.4 d) y e).

3.3.4.3.1.5 *Protección del viraje de acercamiento.* Hágase girar la plantilla 180°, y seguidamente:

- a) colóquese el punto “a” de la plantilla sobre C1, C2 y C3, con el eje paralelo a la derrota de acercamiento, y trácense las curvas “4”, “5” y “6” (parte de la línea de protección de un viraje de más de 180°) y sus tangentes comunes;
- b) desplácese el punto “a” de la plantilla a lo largo del arco DL2 desde C3 hasta C6, con el eje paralelo a la derrota de acercamiento, y trazarse la curva “7”;
- c) colóquese el punto “a” de la plantilla sobre C6, C4 y finalmente sobre C5, con el eje paralelo a la derrota de acercamiento, y trácense las curvas “8”, “9” y finalmente “10” y sus tangentes comunes; y
- d) trácese la tangente a las curvas “9” y “2”.

3.3.4.3.2 *Construcción del área de entrada*

3.3.4.3.2.1 *Protección de los procedimientos de entradas por el Sector 1.* Para la protección de los procedimientos de entradas por el Sector 1, véase 3.3.4.2.2.1.

3.3.4.3.2.2 *Protección de los procedimientos de entrada por el Sector 2.* Se supone que una vez pasado el punto de referencia, el piloto sigue una derrota (con  $\pm 5^\circ$  de error) que forma un ángulo de  $30^\circ$  con la derrota de acercamiento en el lado de maniobra y que, una vez alcanzada la distancia límite de alejamiento, vira acercándose. Además, el tiempo de vuelo en la derrota desplazada  $30^\circ$  está limitado a 1 min 30 s después de lo cual se espera que el piloto vire a un rumbo paralelo a la derrota de acercamiento hasta alcanzar la distancia límite de alejamiento, y en la que el piloto vira para acercarse.

3.3.4.3.2.2.1 Para procedimientos con alejamiento superior a 1 min 30 s la protección del procedimiento de entrada por el Sector 2 la asegure el área básica.

3.3.4.3.2.2.2 Para procedimientos con alejamiento de 1 min o 1 min 30 s, el área de protección de entradas por el Sector 2 se traza de la forma siguiente:

- a) desde A1 trácese una línea que forme un ángulo de  $30^\circ + 5^\circ$  con RP y sitúese C7 en su intersección con DL2 o RL2, el que esté más próximo a A1;
- b) desde A4 trácese una línea que forme un ángulo de  $30^\circ - 5^\circ$  con RP y sitúese C8 en su intersección con DL2;
- c) colóquese el punto “a” de la plantilla sobre C7, con el eje formando un ángulo de  $30^\circ$  con RP, y trácese la curva “11” (parte de la línea de protección de un viraje de más de  $180^\circ$ );
- d) desplácese el punto “a” de la plantilla desde C7 hasta C8 a lo largo del arco DL2, o a lo largo de la línea RL2 y luego del arco DL2 si C7 está sobre RL2, manteniendo el eje de la plantilla formando un ángulo de  $30^\circ$  con RP, para trazar la curva “12”; y
- e) trácense las tangentes comunes a las curvas “11” y “12” y al área básica.

### 3.4 Reducción del área para procedimientos de espera y de hipódromo

3.4.1 *Reducción del área utilizando DME o radial/marcación límite.* Si se utiliza una distancia DME o la intersección de un radial/marcación para limitar el tramo de alejamiento de un procedimiento, el área podrá reducirse aplicando la plantilla de hipódromo o de espera para la altitud en cuestión de la siguiente forma:

- a) construir el área de protección de acuerdo con 3.3;
- b) con centro en S (= posición de la estación DME) trácense los arcos “DL” y “DL2” en el extremo del tramo de alejamiento. El radio DL es la distancia desde S al final del tramo nominal de alejamiento. El radio DL2 es DL más la tolerancia  $d_2$  de DME;  $d_2$  es 0,46 km (0,25 NM) + 0,0125 DL;
- c) desde S (= posición del VOR o NDB) trácese la línea “RL” a través del final del tramo nominal de alejamiento que representa el radial/marcación de intersección. Trácese la línea “RL2” añadiendo la correspondiente tolerancia de la instalación de intersección (Parte I, Sección 2, Capítulo 2, 2.3); y
- d) sitúese el punto “a” de la plantilla en la intersección de “DL2” o “RL2” con el límite del área de protección construida en a).

El eje de la plantilla debe estar paralelo a la derrota nominal de alejamiento. Desplácese el punto “a” de la plantilla a lo largo de “DL2” o “RL2” respectivamente trazando la curva “R”. El área entre la curva “R” y el extremo de alejamiento del área protegida de acuerdo con a) puede eliminarse (véase la Figura I-4-3-Ap C-15).

3.4.2 *Reducción del área para procedimientos de hipódromo o de espera por limitación de las rutas de entrada.* Si la entrada a un procedimiento está limitada a la entrada a lo largo del radial de acercamiento, el área básica podrá utilizarse sin las áreas adicionales que requiere una entrada omnidireccional (véanse ejemplos en las Figuras I-4-3-Ap C-16 y I-4-3-Ap C-17).

### 3.5 Método simplificado de construcción de áreas para procedimientos de inversión y de hipódromo

3.5.1 *Generalidades.* Las áreas de los procedimientos de inversión y de hipódromo se pueden definir mediante simples rectángulos. Las dimensiones del rectángulo para cada tipo de procedimiento pueden se calcular fácilmente mediante las ecuaciones que se dan en esta sección. En todos los casos, el rectángulo incluirá o será ligeramente mayor que el área construida con el método TTT que es más detallado. El método TTT debería utilizarse para obtener el máximo beneficio dondequiera que el espacio aéreo sea crítico.

3.5.2 *Marco de referencia.* Las dimensiones de los rectángulos están relacionadas con un sistema clásico de coordenadas x e y, con origen en la instalación (véase la Figura I-4-3-Ap C-18). El eje x es paralelo a la derrota de acercamiento. Los valores negativos de x se miden desde la instalación en la dirección de la derrota de acercamiento; los valores positivos de x se miden desde la instalación en dirección opuesta a la de la derrota de acercamiento. Los valores positivos de y se miden en el lado del eje x que contenga la derrota de alejamiento o la maniobra del procedimiento de inversión/hipódromo. El eje y se encuentra en ángulos rectos con el eje x.

#### 3.5.3 Cálculo del área

- a) Decídanse los valores de IAS y altura para el procedimiento de inversión/hipódromo. Calcúlese la TAS en ISA + 15°C para la altura especificada (Parte I, Sección 2, Capítulo 1, Apéndice). Calcúlese la velocidad del viento (OACI o viento estadístico para la altura especificada);
- b) decídanse el tipo de procedimiento requerido:

Viraje reglamentario (45/180) — Tabla I-4-3-Ap C-5 a)  
 Viraje reglamentario (80/260) — Tabla I-4-3-Ap C-5 b)  
 Viraje de base — Tabla I-4-3-Ap C-5 c)  
 Hipódromo — Tabla I-4-3-Ap C-5 d);

- c) tómense las ecuaciones de la Tabla I-4-3-Ap C-5;
- d) sustitúyanse en las ecuaciones los valores de TAS y velocidad del viento calculados previamente en a) y calcúlense los valores de x e y requeridos;
- e) ajústense los valores para tener en cuenta la tolerancia del punto de referencia;
- f) trácese el rectángulo del área a la escala requerida;
- g) añádase el área intermedia apropiada.

**Tabla I-4-3-Ap C-1. Cálculos asociados con la construcción de la plantilla para virajes de base**

DATOS		
	UNIDADES DEL SI	UNIDADES AJENAS AL SI
IAS	260 km/h	140 kt
Altitud	1 850 m	6 000 ft
T	2 min	2 min
NDB	a 0 m	a 0 ft
Temperatura	ISA + 15°C	ISA + 15°C

		CÁLCULOS CON UNIDADES DEL SI		CÁLCULOS CON UNIDADES AJENAS AL SI	
Línea	Parámetro	Fórmula	Valor	Fórmula	Valor
1	K	Factor de conversión para 1 850 m con ISA + 15°C (véase la Parte I, Sección 2, Capítulo 1, Apéndice)	1,1244	Factor de conversión para 6 000 ft con ISA + 15°C (véase la Parte I, Sección 2, Capítulo 1, Apéndice)	1,1231
2	V	$V = K \times \text{IAS}$	292,34 km/h	$V = K \times \text{IAS}$	157,23 kt
3	v	$v = V \div 3\,600$	0,0812 km/s	$v = V \div 3\,600$	0,0437 NM/s
4	R	$R = 943,27 \div V$ , o $3^\circ/\text{s}$ , lo que sea menor	(3,23) $3^\circ/\text{s}$	$R = 509,26 \div V$ , o $3^\circ/\text{s}$ , lo que sea menor	(3,24) $3^\circ/\text{s}$
5	r	$r = V \div 62,83\,R$	1,55 km	$r = V \div 62,83\,R$	0,83 NM
6	h	en miles de metros	1,85	en miles de pies	6
7	w	$w = 12h + 87$	109,2 km/h	$w = 2h + 47$	59 kt
8	w'	$w' = w \div 3\,600$	0,03 km/s	$w' = w \div 3\,600$	0,0164 NM/s
9	E	$E = w' \div R$	0,01 km/°	$E = w' \div R$	0,00546 NM/°



		CÁLCULOS CON UNIDADES DEL SI		CÁLCULOS CON UNIDADES AJENAS AL SI	
Línea	Parámetro	Fórmula	Valor	Fórmula	Valor
10	$\phi$	para $V \leq 315$ km/h: $\phi = 36 \div T$ para $V > 315$ km/h: $\phi = 0,116 V \div T$	$18^\circ$	para $V \leq 170$ kt: $\phi = 36 \div T$ para $V > 170$ kt: $\phi = 0,215 V \div T$	$18^\circ$
11	$zN$	$*zN = h \tan 40^\circ$	1,55 km	$**zN = 0,164 h \tan 40^\circ$	0,83 NM
12	$t$	$t = 60T$	120 s	$t = 60T$	120 s
13	$L$	$L = vt$	9,74 km	$L = vt$	5,24 NM
14	$ab1 = ab3$	$***ab1 = ab3 = (t - 5)(v - w') - zN$	4,34 km	$***ab1 = ab3 = (t - 5)(v - w') - zN$	2,31 NM
15	$ab2 = ab4$	$***ab2 = ab4 = (t + 21)(v + w') + zN$	17,23 km	$***ab2 = ab4 = (t + 21)(v + w') + zN$	9,30 NM
16	$W_d = W_g$	$W_d = W_g = 50 E$	0,5 km	$W_d = W_g = 50 E$	0,27 NM
17	$W_e = W_f = W_h$	$W_e = W_f = W_h = 100 E$	1,0 km	$W_e = W_f = W_h = 100 E$	0,55 NM
18	$W_i$	$W_i = 190 E$	1,9 km	$W_i = 190 E$	1,04 NM
19	$W_j$	$W_j = 235 E$	2,35 km	$W_j = 235 E$	1,28 NM
20	ángulo de deriva d	$d = \arcsen (w \div V)$	$23^\circ$	$d = \arcsen (w \div V)$	$23^\circ$
21	$N_{3l}$	$N_{3l} = 11 v$	0,9 km	$N_{3l} = 11 v$	0,48 NM
22	$W_l$	$W_l = 11 w'$	0,33 km	$W_l = 11 w'$	0,18 NM
23	$W_m$	$W_m = W_l + 50 E$	0,83 km	$W_m = W_l + 50 E$	0,45 NM
24	$W_n$	$W_n = W_l + 100 E$	1,33 km	$W_n = W_l + 100 E$	0,73 NM
<p>* En caso de un viraje de base VOR, en línea 11 <math>zV = h \tan 50^\circ</math>.</p> <p>** En caso de un viraje de base VOR, en línea 11 <math>zV = 0,164 h \tan 50^\circ</math>.</p> <p>*** En caso de un viraje de base VOR, con D como distancia DME establecida que limita el tramo de alejamiento y d1 como tolerancia de la indicación DME [d1 es 0,46 km (0,25 NM) + 0,0125 D], en líneas 14 y 15:  <math>ab1 = ab3 = D - d1 + 5 (v - w')</math>  <math>ab2 = ab4 = D + d1 + 11 (v + w')</math></p> <p>En caso de un viraje de base VOR, en líneas 14 y 15:  <math>ab1 = ab3 = (t - 5) (v - w') - zV</math>  <math>ab2 = ab4 = (t + 21) (v + w') + zV</math></p>					

**Tabla I-4-3-Ap C-2. Cálculos asociados con la construcción de la plantilla para virajes reglamentarios de 45°-180°**

DATOS		
	UNIDADES DEL SI	UNIDADES AJENAS AL SI
IAS	260 km/h	140 kt
Altitud	1 850 m	6 000 ft
T	60 s (1 min para Cat A y B; 1,25 min para Cat C, D y E)	60 s (1 min para Cat A y B; 1,25 min para Cat C, D y E)
Temperatura	ISA + 15°C	ISA + 15°C

Línea	Parámetro	CÁLCULOS CON UNIDADES DEL SI		CÁLCULOS CON UNIDADES AJENAS AL SI	
		Fórmula	Valor	Fórmula	Valor
1	K	Factor de conversión para 1 850 m con ISA + 15°C (véase la Parte I, Sección 2, Capítulo 1, Apéndice)	1,1244	Factor de conversión para 6 000 ft con ISA + 15°C (véase la Parte I, Sección 2, Capítulo 1, Apéndice)	1,1231
2	V	$V = K \text{ IAS}$	292,34 km/h	$V = K \text{ IAS}$	157,23 kt
3	v	$v = V \div 3\,600$	0,0812 km/s	$v = V \div 3\,600$	0,0437 NM/s
4	R	$R = 943,27 \div V$ , o 3°/s, lo que sea menor	(3,23) 3°/s	$R = 509,26 \div V$ , o 3°/s, lo que sea menor	(3,24) 3°/s
5	r	$r = V \div 62,83 R$	1,55 km	$r = V \div 62,83 R$	0,83 NM
6	h	en miles de metros	1,85	en miles de pies	6
7	w	$w = 12h + 87$	109,2 km/h	$w = 2h + 47$	59 kt
8	w'	$w' = w \div 3\,600$	0,03 km/s	$w' = w \div 3\,600$	0,0164 NM/s
9	E	$E = w' \div R$	0,01 km/°	$E = w' \div R$	0,00546 NM/°
10	ab	$ab = 5v$	0,41 km	$ab = 5v$	0,22 NM
11	cd	$cd = (t - 5 - 45 \div R) v$	3,25 km	$cd = (t - 5 - 45 \div R) v$	1,75 NM
12	cd1, cd3	$cd1 = cd3 = cd - 5v$	2,84 km	$cd1 = cd3 = cd - 5v$	1,53 NM
13	cd2, cd4	$cd2 = cd4 = cd + 15v$	4,47 km	$cd2 = cd4 = cd + 15v$	2,41 NM
14	W <sub>c</sub>	$W_c = 5w' + 45 E$	0,60 km	$W_c = 5w' + 45 E$	0,33 NM
15	W <sub>d2</sub> , W <sub>d4</sub>	$W_{d2} = W_{d4} = (t + 15) w'$	2,25 km	$W_{d2} = W_{d4} = (t + 15) w'$	1,23 NM
16	W <sub>f</sub>	$W_f = W_{d2} + 50 E$	2,75 km	$W_f = W_{d2} + 50 E$	1,50 NM
17	W <sub>g</sub> , W <sub>h</sub>	$W_g = W_h = W_{d2} + 100 E$	3,25 km	$W_g = W_h = W_{d2} + 100 E$	1,78 NM
18	W <sub>i</sub>	$W_i = W_{d2} + 150 E$	3,75 km	$W_i = W_{d2} + 150 E$	2,05 NM
19	W <sub>j</sub>	$W_j = W_{d2} + 200 E$	4,25 km	$W_j = W_{d2} + 200 E$	2,32 NM
20	W <sub>k</sub>	$W_k = (t - 5)w' + 200 E$	3,65 km	$W_k = (t - 5)w' + 200 E$	1,99 NM
21	W <sub>l</sub>	$W_l = W_k + 50 E$	4,15 km	$W_l = W_k + 50 E$	2,27 NM

**Tabla I-4-3-Ap C-3. Cálculos asociados con la construcción de la plantilla para virajes reglamentarios de 80°-260°**

DATOS		
	UNIDADES DEL SI	UNIDADES AJENAS AL SI
IAS	405 km/h	220 kt
Altitud	1 850 m	6 000 ft
Temperatura	ISA + 15°C	ISA + 15°C

Línea	Parámetro	CÁLCULOS CON UNIDADES DEL SI		CÁLCULOS CON UNIDADES AJENAS AL SI	
		Fórmula	Valor	Fórmula	Valor
1	K	Factor de conversión para 1 850 m con ISA + 15°C (véase la Parte I, Sección 2, Capítulo 1, Apéndice)	1,1244	Factor de conversión para 6 000 ft con ISA + 15°C (véase la Parte I, Sección 2, Capítulo 1, Apéndice)	1,1231
2	V	$V = K \times \text{IAS}$	455,38 km/h	$V = K \times \text{IAS}$	247,08 kt
3	v	$v = V \div 3\,600$	0,1265 km/s	$v = V \div 3\,600$	0,0686 NM/s
4	R	$R = 943,27 \div V$ , o $3^\circ/\text{s}$ , lo que sea menor	2,07°/s	$R = 509,26 \div V$ , o $3^\circ/\text{s}$ , lo que sea menor	2,06°/s
5	r	$r = V \div 62,83\,R$	3,5 km	$r = V \div 62,83\,R$	1,91 NM
6	h	en miles de metros	1,85	en miles de pies	6
7	w	$w = 12h + 87$	109,2 km/h	$w = 2h + 47$	59 kt
8	w'	$w' = w \div 3\,600$	0,03 km/s	$w' = w \div 3\,600$	0,0164 NM/s
9	E	$E = w' \div R$	0,0145 km/°	$E = w' \div R$	0,00796 NM/°
10	ab	$ab = 5v$	0,63 km	$ab = 5v$	0,34 NM
11	d <sub>e</sub> , d <sub>1e1</sub> , d <sub>2e2</sub>	$d_e = d_{1e1} = d_{2e2} = 10v$	1,27 km	$d_e = d_{1e1} = d_{2e2} = 10v$	0,69 NM
12	W <sub>e2</sub>	$W_{e2} = 15w' + 85\,E$	1,68 km	$W_{e2} = 15w' + 85\,E$	0,92 NM
13	W <sub>g</sub>	$W_g = 15w' + 130\,E$	2,34 km	$W_g = 15w' + 130\,E$	1,28 NM
14	W <sub>h</sub>	$W_h = 15w' + 175\,E$	2,99 km	$W_h = 15w' + 175\,E$	1,64 NM
15	W <sub>i</sub>	$W_i = 15w' + 220\,E$	3,64 km	$W_i = 15w' + 220\,E$	2,00 NM
16	W <sub>j</sub>	$W_j = 15w' + 265\,E$	4,29 km	$W_j = 15w' + 265\,E$	2,36 NM
17	W <sub>k</sub>	$W_k = 15w' + 255\,E$	4,15 km	$W_k = 15w' + 255\,E$	2,28 NM
18	W <sub>l</sub>	$W_l = 15w' + 300\,E$	4,80 km	$W_l = 15w' + 300\,E$	2,63 NM
19	W <sub>m</sub>	$W_m = 15w' + 345\,E$	5,45 km	$W_m = 15w' + 345\,E$	2,99 NM

**Tabla I-4-3-Ap C-4. Cálculos asociados con la construcción de la plantilla para los procedimientos de espera y de hipódromo**

DATOS		
	UNIDADES DEL SI	UNIDADES AJENAS AL SI
IAS	405 km/h	220 kt
Altitud	3 050 m	10 000 ft
T	1 min	1 min
Temperatura	ISA + 15°C	ISA + 15°C

Línea	Parámetro	CÁLCULOS CON UNIDADES DEL SI		CÁLCULOS CON UNIDADES AJENAS AL SI	
		Fórmula	Valor	Fórmula	Valor
1	K	Factor de conversión para 3 050 m con ISA + 15°C (véase la Parte I, Sección 2, Capítulo 1, Apéndice)	1,1960	Factor de conversión para 10 000 ft con ISA + 15°C (véase la Parte I, Sección 2, Capítulo 1, Apéndice)	1,1958
2	V	$V = K \times IAS^*$	484,38 km/h	$V = K \times IAS^*$	263,08 kt
		* La velocidad verdadera también podrá obtenerse de la Parte II, Sección 4, Capítulo 1, Apéndice A.		* La velocidad verdadera también podrá obtenerse de la Parte II, Sección 4, Capítulo 1, Apéndice A.	
3	v	$v = V \div 3\,600$	0,1346 km/s	$v = V \div 3\,600$	0,07308 NM/s
4	R	$R = 943,27 \div V$ , o $3^\circ/s$ , lo que sea menor	1,95°/s	$R = 509,26 \div V$ , o $3^\circ/s$ , lo que sea menor	1,94°/s
5	r	$r = V \div 62,83 R$	3,96 km	$r = V \div 62,83 R$	2,16 NM
6	h	en miles de metros	3,05	en miles de pies	10
7	w	$w = 12h + 87$	123,6 km/h	$w = 2h + 47$	67 kt
8	w'	$w' = w \div 3\,600$	0,03433 km/s	$w' = w \div 3\,600$	0,0186 NM/s
9	E <sub>45</sub>	$E_{45} = 45w' \div R$	0,792 km	$E_{45} = 45w' \div R$	0,431 NM
10	t	$t = 60T$	60 s	$t = 60T$	60 s
11	L	$L = v t$	8,08 km	$L = v t$	4,38 NM
12	ab	$ab = 5v$	0,67 km	$ab = 5v$	0,37 NM
13	ac	$ac = 11v$	1,48 km	$ac = 11v$	0,80 NM
14	g <sub>i1</sub> = g <sub>i3</sub>	$g_{i1} = g_{i3} = (t - 5)v$	7,40 km	$g_{i1} = g_{i3} = (t - 5)v$	4,02 NM
15	g <sub>i2</sub> = g <sub>i4</sub>	$g_{i2} = g_{i4} = (t + 21)v$	10,90 km	$g_{i2} = g_{i4} = (t + 21)v$	5,92 NM
16	W <sub>b</sub>	$W_b = 5w'$	0,17 km	$W_b = 5w'$	0,09 NM
17	W <sub>c</sub>	$W_c = 11w'$	0,38 km	$W_c = 11w'$	0,20 NM
18	W <sub>d</sub>	$W_d = W_c + E_{45}$	1,17 km	$W_d = W_c + E_{45}$	0,64 NM
19	W <sub>e</sub>	$W_e = W_c + 2E_{45}$	1,96 km	$W_e = W_c + 2E_{45}$	1,07 NM

		<i>CÁLCULOS CON UNIDADES DEL SI</i>		<i>CÁLCULOS CON UNIDADES AJENAS AL SI</i>	
<i>Línea</i>	<i>Parámetro</i>	<i>Fórmula</i>	<i>Valor</i>	<i>Fórmula</i>	<i>Valor</i>
20	$W_f$	$W_f = W_c + 3E_{45}$	2,75 km	$W_f = W_c + 3E_{45}$	1,50 NM
21	$W_g$	$W_g = W_c + 4E_{45}$	3,55 km	$W_g = W_c + 4E_{45}$	1,93 NM
22	$W_h$	$W_h = W_b + 4E_{45}$	3,34 km	$W_h = W_b + 4E_{45}$	1,82 NM
23	$W_o$	$W_o = W_b + 5E_{45}$	4,13 km	$W_o = W_b + 5E_{45}$	2,25 NM
24	$W_p$	$W_p = W_b + 6E_{45}$	4,92 km	$W_p = W_b + 6E_{45}$	2,69 NM
25	$W_{i1} = W_{i3}$	$W_{i1} = W_{i3} = (t + 6)w' + 4E_{45}$	5,43 km	$W_{i1} = W_{i3} = (t + 6)w' + 4E_{45}$	2,96 NM
26	$W_{i2} = W_{i4}$	$W_{i2} = W_{i4} = W_{i1} + 14w'$	5,91 km	$W_{i2} = W_{i4} = W_{i1} + 14w'$	3,22 NM
27	$W_j$	$W_j = W_{i2} + E_{45}$	6,71 km	$W_j = W_{i2} + E_{45}$	3,65 NM
28	$W_k = W_l$	$W_k = W_l = W_{i2} + 2E_{45}$	7,50 km	$W_k = W_l = W_{i2} + 2E_{45}$	4,08 NM
29	$W_m$	$W_m = W_{i2} + 3E_{45}$	8,29 km	$W_m = W_{i2} + 3E_{45}$	4,51 NM
30	$W_{n3}$	$W_{n3} = W_{i1} + 4E_{45}$	8,60 km	$W_{n3} = W_{i1} + 4E_{45}$	4,68 NM
31	$W_{n4}$	$W_{n4} = W_{i2} + 4E_{45}$	9,08 km	$W_{n4} = W_{i2} + 4E_{45}$	4,94 NM
32	XE	$XE = 2r + (t + 15)v + (t + 26 + 195 \div R)w'$	24,38 km	$XE = 2r + (t + 15)v + (t + 26 + 195 \div R)w'$	13,27 NM
33	YE	$YE = 11 v \cos 20^\circ + r(1 + \sin 20^\circ) + (t + 15)v \tan 5^\circ + (t + 26 + 125 \div R)w'$	12,73 km	$YE = 11 v \cos 20^\circ + r(1 + \sin 20^\circ) + (t + 15)v \tan 5^\circ + (t + 26 + 125 \div R)w'$	6,93 NM

**Tabla I-4-3-Ap C-5. Ecuaciones del rectángulo**

**AVISO:** Esta tabla se basa en una gama de valores de TAS comprendida entre 165 y 540 km/h (90 y 290 kt), velocidades del viento de hasta 120 km/h (65 kt), y cronometraje de alejamiento nominal entre 1 y 3 minutos. Esta tabla no debe utilizarse fuera de estos valores.

	UNIDADES DEL SI (distancias en km; velocidades en km/h; tiempo en minutos)	UNIDADES AJENAS AL SI (distancias en NM; velocidades en kt; tiempo en minutos)
<i>a) ecuaciones para viraje reglamentario 45/180</i>		
$x_{\text{máx}}$	$TAS(0,0165t + 0,0431) + W(0,0165t + 0,0278) + 3,4$	$TAS(0,0165t + 0,0431) + W(0,0165t + 0,0278) + 1,8$
$y_{\text{máx}}$	$TAS(0,002t + 0,022) + W(0,002t + 0,0333) - 0,74$	$TAS(0,002t + 0,022) + W(0,002t + 0,0333) - 0,4$
$y_{\text{mín}}$	$TAS(-0,002t - 0,0137) + W(0,002t - 0,0594) + 1,67$	$TAS(-0,002t - 0,0137) + W(-0,002t - 0,0594) + 0,9$
<i>b) ecuaciones para viraje reglamentario 80/260</i>		
$x_{\text{máx}}$	$TAS(0,0165t + 0,0421) + W(0,0165t + 0,0489) - 3,34$	$TAS(0,0165t + 0,0421) + W(0,0165t + 0,0489) - 1,8$
$y_{\text{máx}}$	$TAS(0,002t + 0,0263) + W(0,002t + 0,0322) - 1,85$	$TAS(0,002t + 0,0263) + W(0,002t + 0,0322) - 1,0$
$y_{\text{mín}}$	$TAS(-0,002t - 0,01) + W(0,002t - 0,0591) + 1,3$	$TAS(-0,002t - 0,01) + W(-0,002t - 0,0591) + 0,7$
<i>c) ecuaciones para viraje de base</i>		
$x_{\text{máx}}$	$TAS(0,0173t + 0,0181) + W(0,0166t + 0,0209) - 0,93$	$TAS(0,0173t + 0,0181) + W(0,0166t + 0,0209) - 0,5$
$y_{\text{máx}}$	$TAS(-0,0004t + 0,0373) + W(-0,0072t + 0,0404) + 0,164t - 3,15$	$TAS(-0,0004t + 0,0373) + W(-0,0072t + 0,0404) + 0,0887t - 1,7$
$y_{\text{mín}}$	$TAS(-0,0122) + W(0,0151t - 0,0639) - 0,1845t + 1,48$	$TAS(-0,0122) + W(0,0151t - 0,0639) - 0,0996t + 0,8$
<i>d) ecuaciones para hipódromo</i>		
$x_{\text{máx}}$	$TAS(0,0167t + 0,0297) + W(0,0167t + 0,0381) - 1,67$	$TAS(0,0167t + 0,0297) + W(0,0167t + 0,0381) - 0,9$
$x_{\text{mín}}$	$TAS(-0,0241) + W(-0,037) + 2,04$	$TAS(-0,0241) + W(-0,037) + 1,1$
$y_{\text{máx}}$	$TAS(0,0012t + 0,0266) + W(0,0158t + 0,0368) + 0,843t - 5,37$	$TAS(0,0012t + 0,0266) + W(0,0158t + 0,0368) + 0,455t - 2,9$
$y_{\text{mín}}$	$TAS(-0,0015t - 0,0202) + W(-0,0167t - 0,027) + 1,3$	$TAS(-0,0015t - 0,0202) + W(-0,0167t - 0,027) + 0,7$

**EJEMPLO (UNIDADES DEL SI)**

*Especificación:* viraje de base en 2 min, para 260 km/h IAS, altitud 1 850 m, viento OACI, instalación VOR con cono de ambigüedad de 50°:

$$TAS = 260 \times 1,1243 = 292 \text{ km/h}$$

$$W = 12 \times 1,85 + 87 = 109 \text{ km/h}$$

$$\text{Error de punto de referencia} = 1,85 \times \tan 50 = 2,20 \text{ km}$$

*Cálculo* [ecuaciones de c)]:

$$x_{\text{máx}} = 292(0,0173 \times 2 + 0,0181) + 109(0,0166 \times 2 + 0,0209) - 0,93 = 20,36 \text{ km/h}$$

$$y_{\text{máx}} = 292(-0,0004 \times 2 + 0,0373) + 109(-0,0072 \times 2 + 0,0404) + 0,164 \times 2 - 3,15 = 10,67 \text{ km/h}$$

$$y_{\text{mín}} = 292(-0,0122) + 109(0,0151 \times 2 - 0,0639) - 0,1845 \times 2 + 1,48 = -6,12 \text{ km}$$

*Valores de trazado en plantilla* (incluyendo la incorporación de un error de punto de referencia de 2,20 km):

$$x_{\text{máx}} = 22,6 \text{ km}$$

$$y_{\text{máx}} = 12,9 \text{ km}$$

$$y_{\text{mín}} = -8,3 \text{ km}$$

**EJEMPLO (UNIDADES AJENAS AL SI):**

*Especificación:* viraje reglamentario de 45/180 en 1 min para 140 kt IAS, altitud 6 000 ft, viento OACI, instalación NDB:

$$TAS = 140 \times 1,1231 = 157 \text{ kt}$$

$$W = 2 \times 6 + 47 = 59 \text{ kt}$$

$$\text{Error de punto de referencia} = 0,164 \times 6 \tan 40 = 0,83 \text{ NM}$$

*Cálculo* [ecuaciones desde a)]:

$$x_{\text{máx}} = 157(0,0165 \times 1 + 0,0431) + 59(0,0165 \times 1 + 0,0278) + 1,8 = 13,77 \text{ NM}$$

$$y_{\text{máx}} = 157(0,002 \times 1 + 0,022) + 59(0,002 \times 1 + 0,0333) - 0,4 = 5,45 \text{ NM}$$

$$y_{\text{mín}} = 157(-0,002 \times 1 - 0,0137) + 59(-0,002 \times 1 - 0,0594) + 0,9 = -5,19 \text{ NM}$$

*Valores de trazado en plantilla* (incluyendo la incorporación de un error de punto de referencia de 0,83 NM):

$$x_{\text{máx}} = 14,6 \text{ NM}$$

$$y_{\text{máx}} = 6,3 \text{ NM}$$

$$y_{\text{mín}} = -6,0 \text{ NM}$$

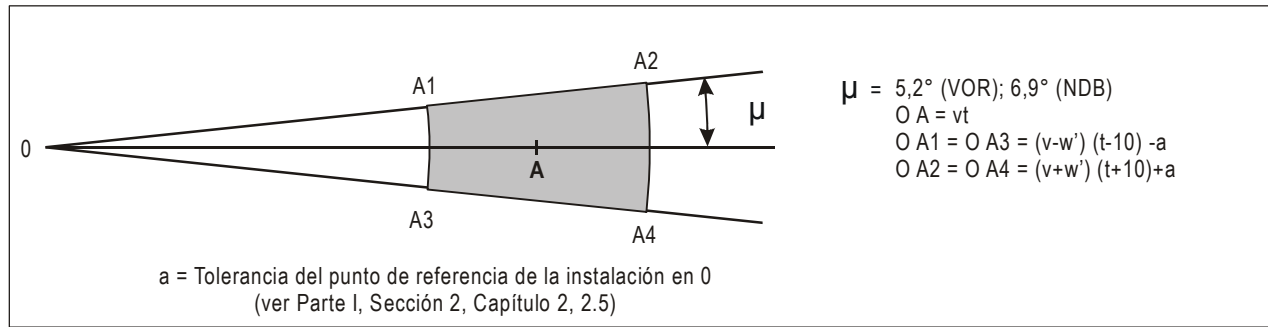


Figura I-4-3-Ap C-1. VOR o NDB en 0 — tiempo de 0 a A

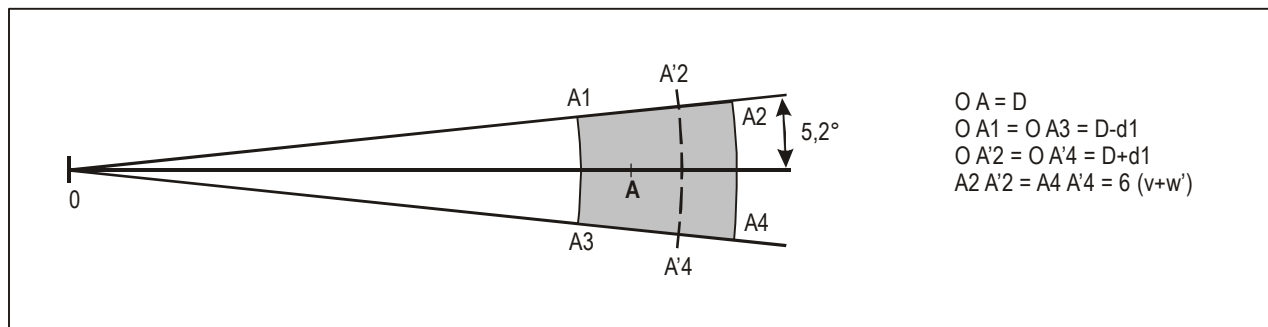


Figura I-4-3-Ap C-2. VOR/DME en 0

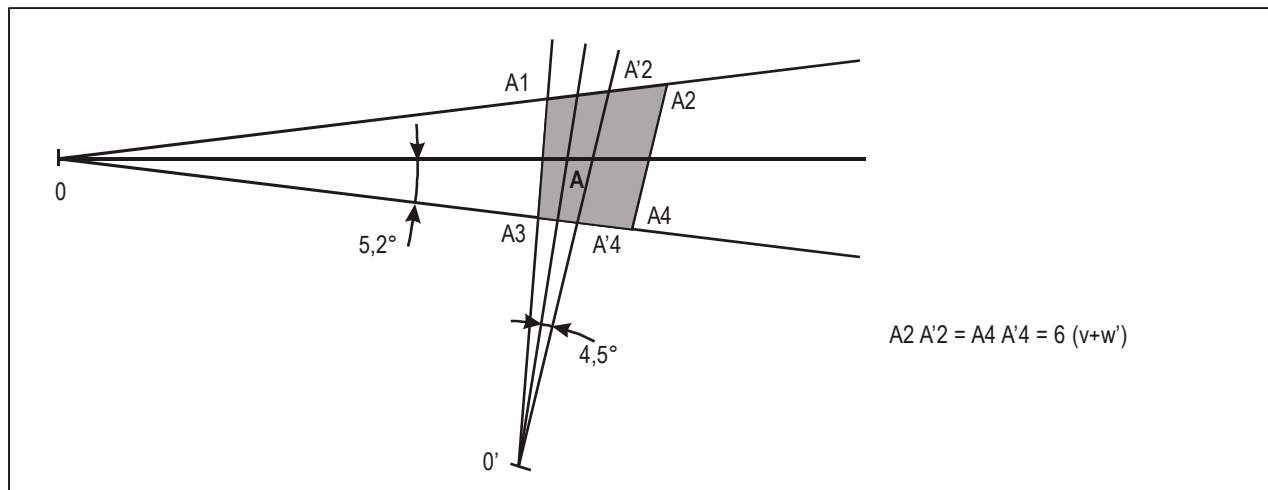


Figura I-4-3-Ap C-3. VOR en 0 y VOR en 0'



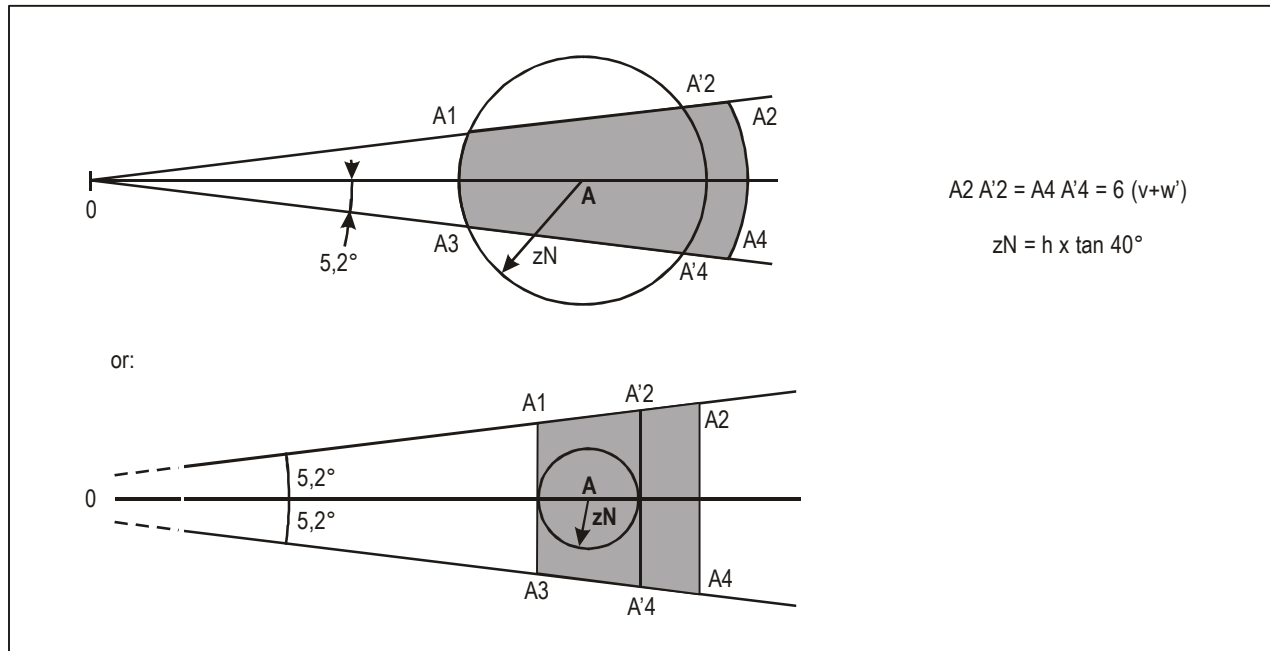


Figura I-4-3-Ap C-4. VOR en 0 y NDB o localizador en A

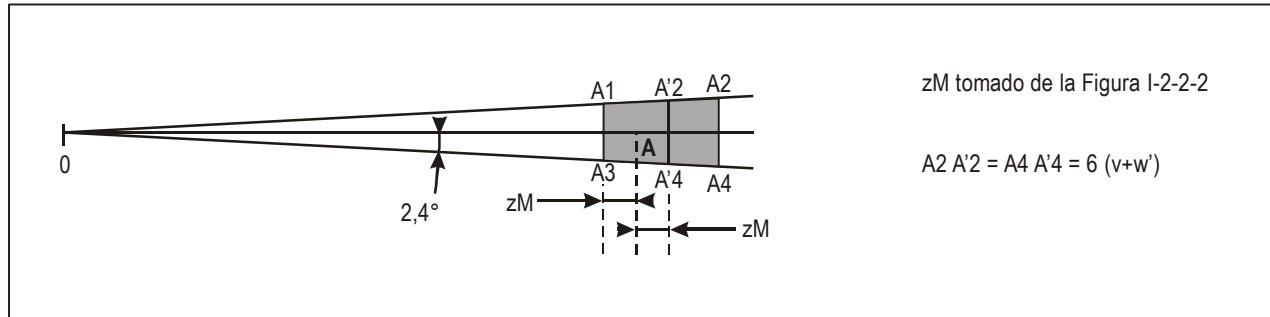
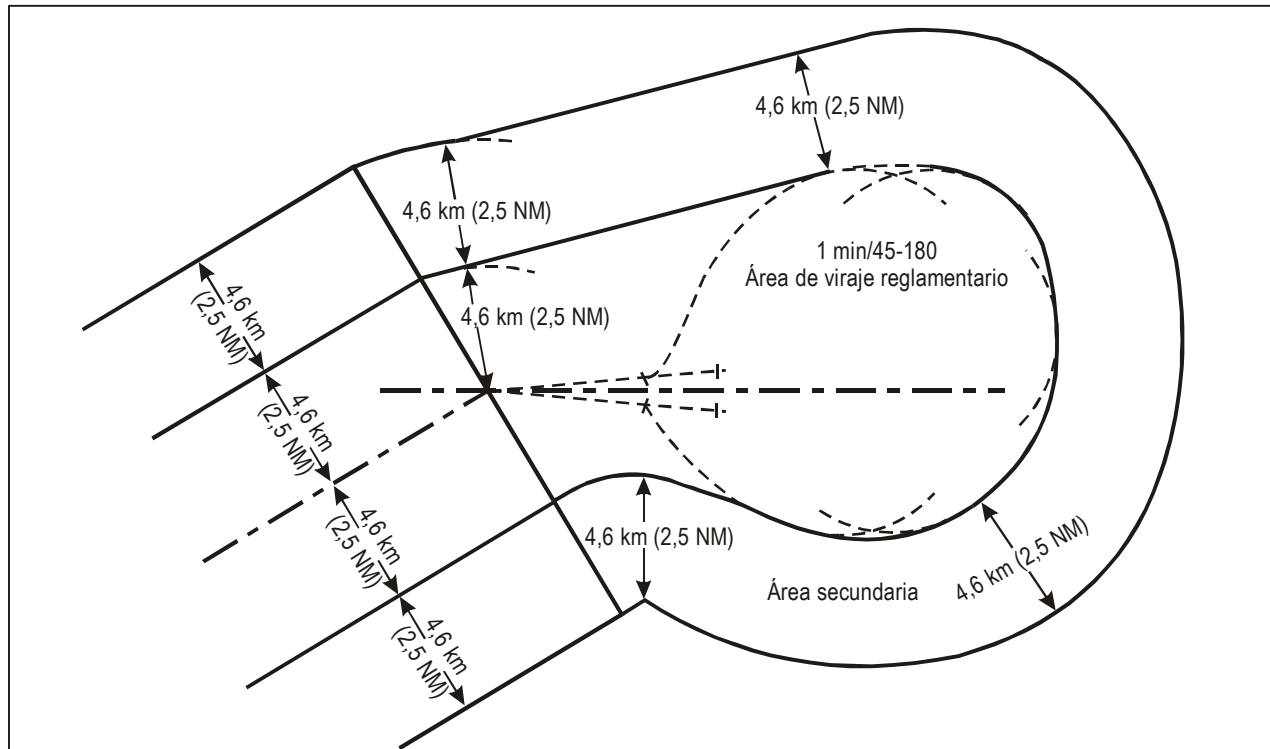
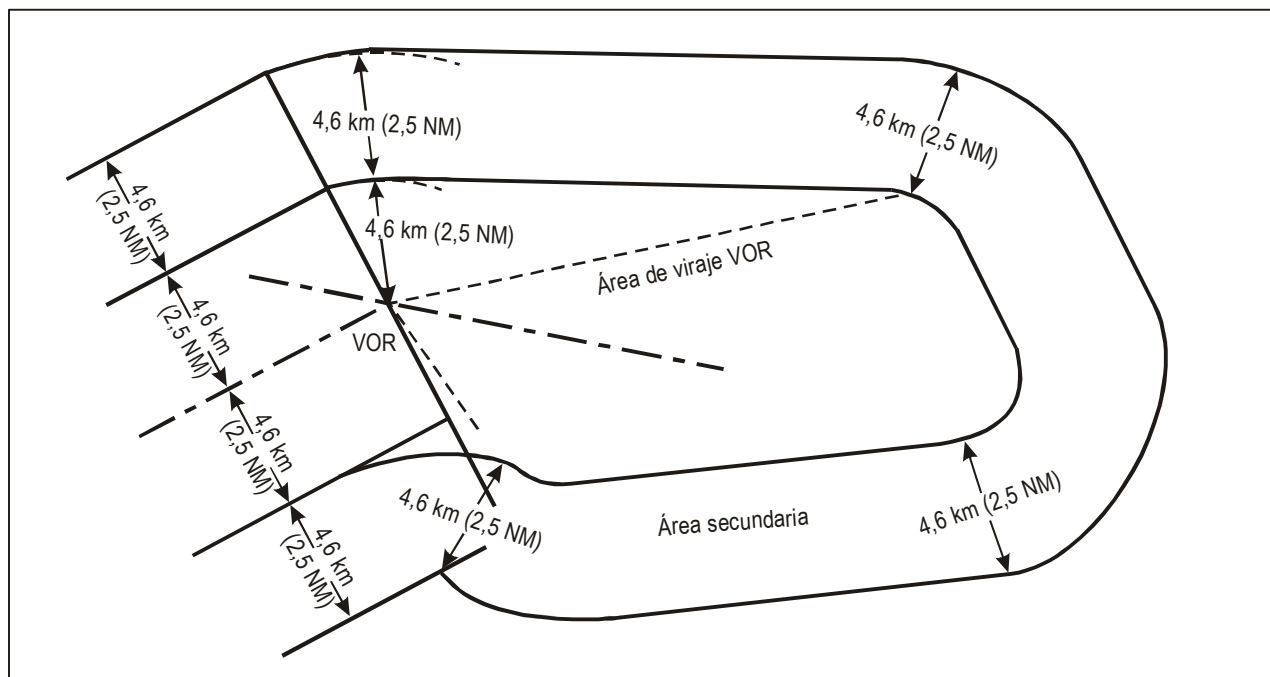


Figura I-4-3-Ap C-5. Localizador en 0 y baliza en A



**Figura I-4-3-Ap C-6. Punto de enlace entre áreas de tramo inicial y áreas de viraje reglamentario**



**Figura I-4-3-Ap C-7. Punto de enlace entre áreas de tramo inicial y áreas de viraje de base**

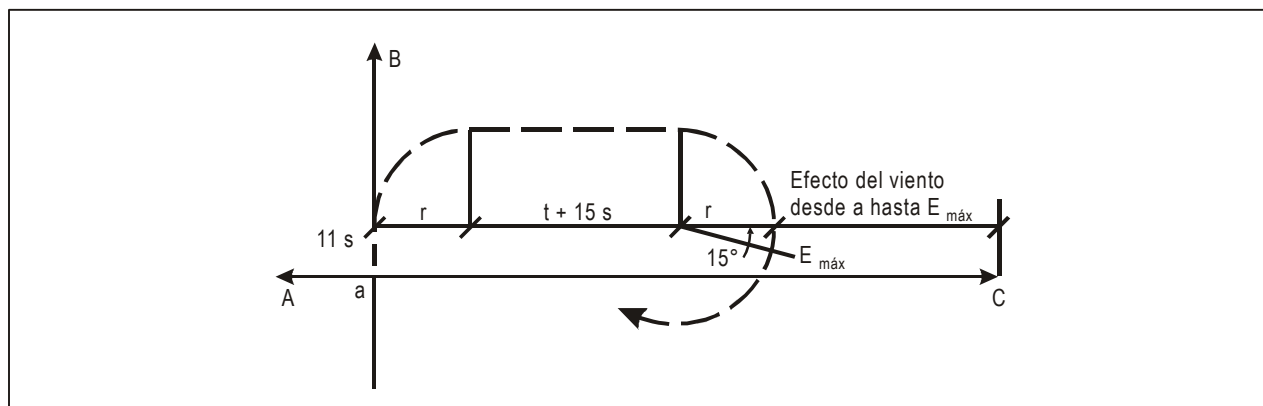


Figura I-4-3-Ap C-8

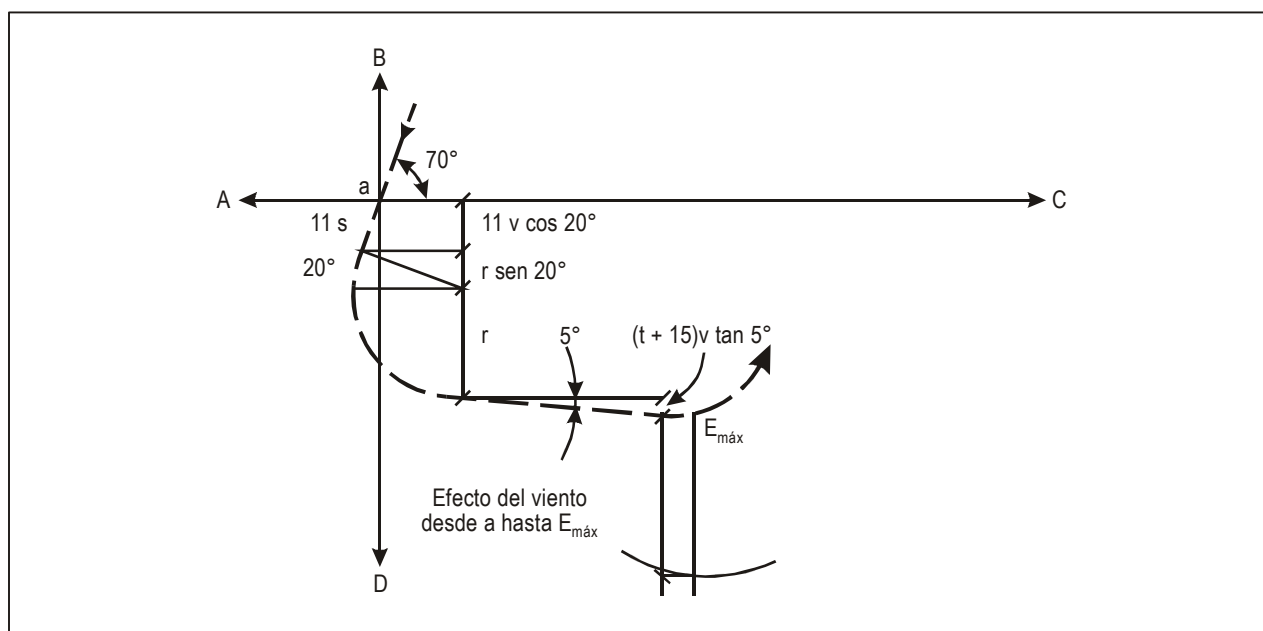


Figura I-4-3-Ap C-9

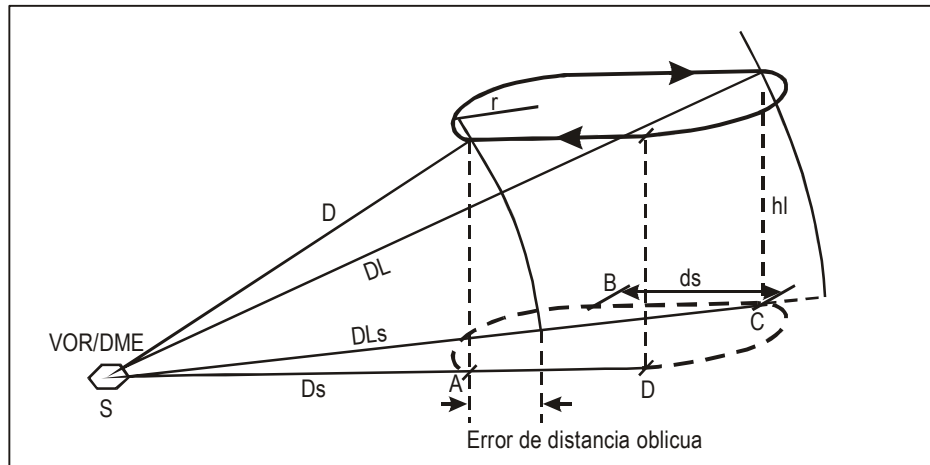


Figura I-4-3-Ap C-10

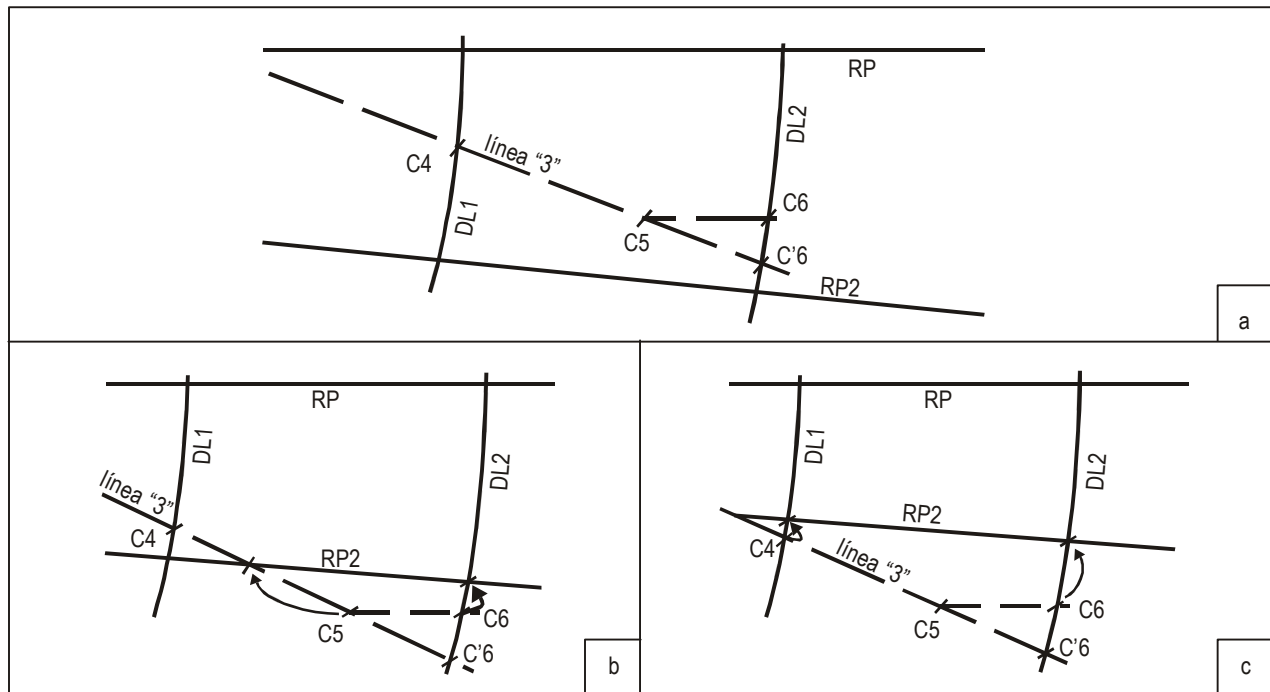


Figura I-4-3-Ap C-11

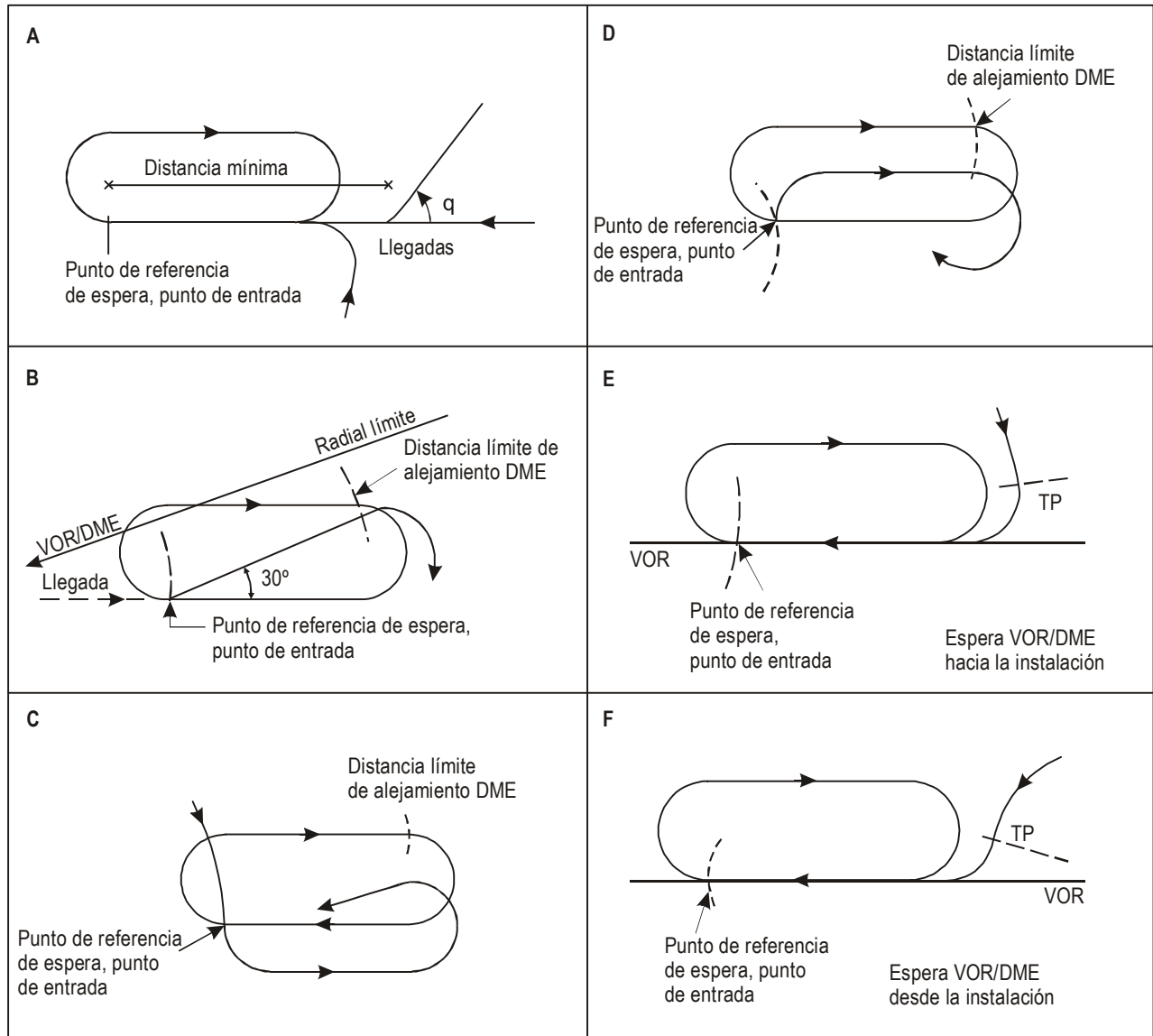


Figura I-4-3-Ap C-12

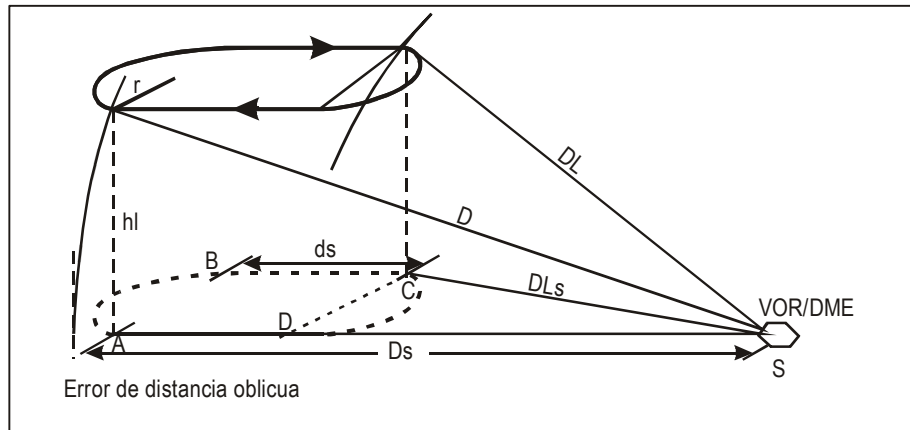


Figura I-4-3-Ap C-13

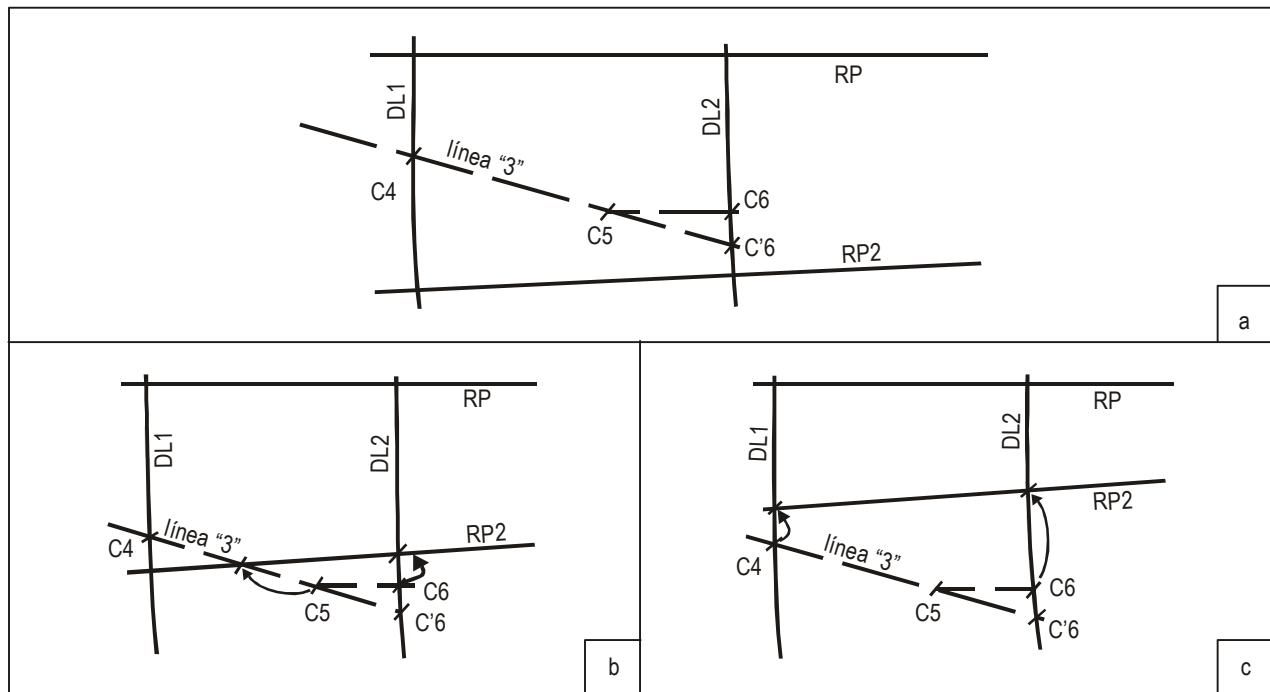
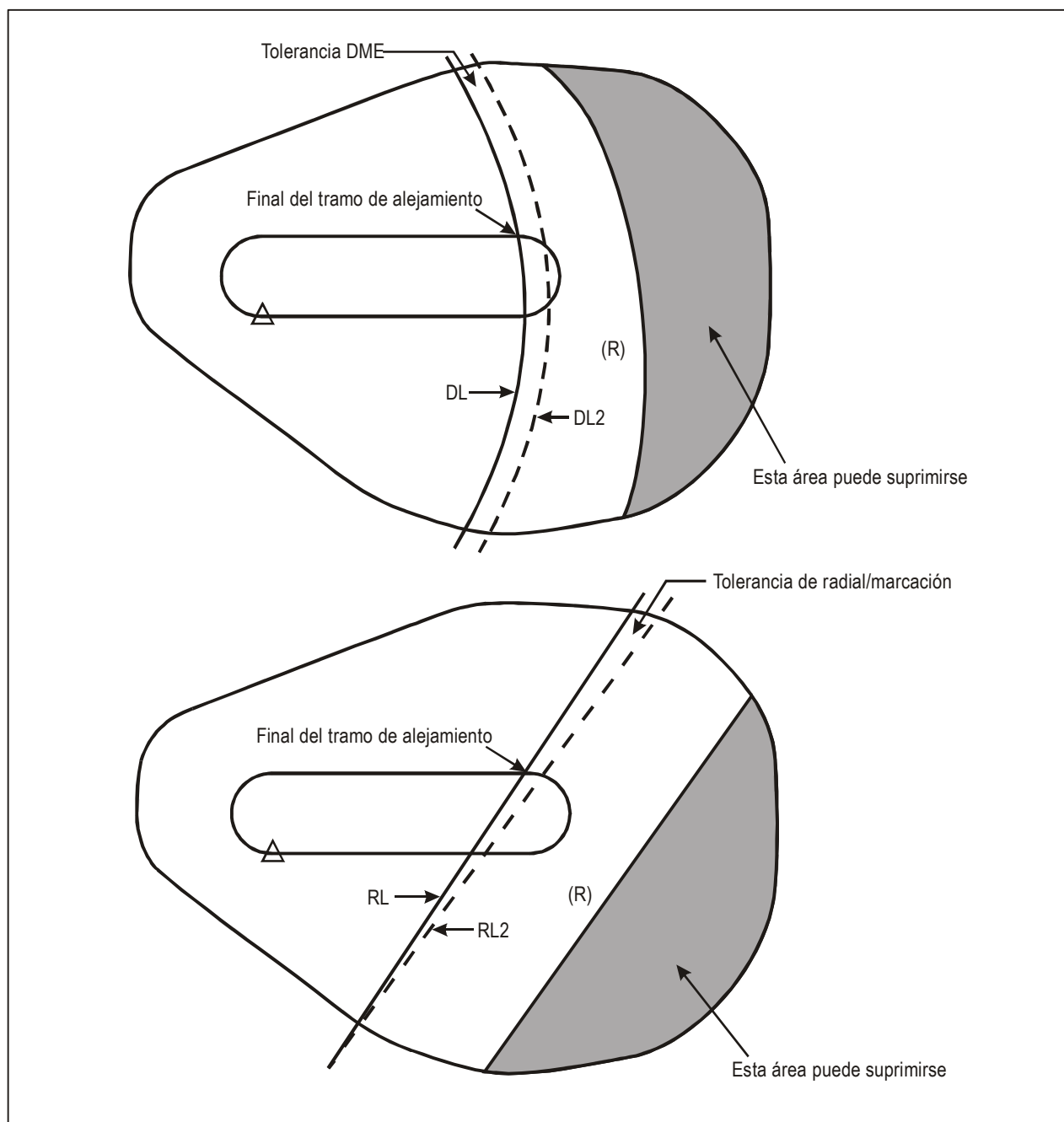
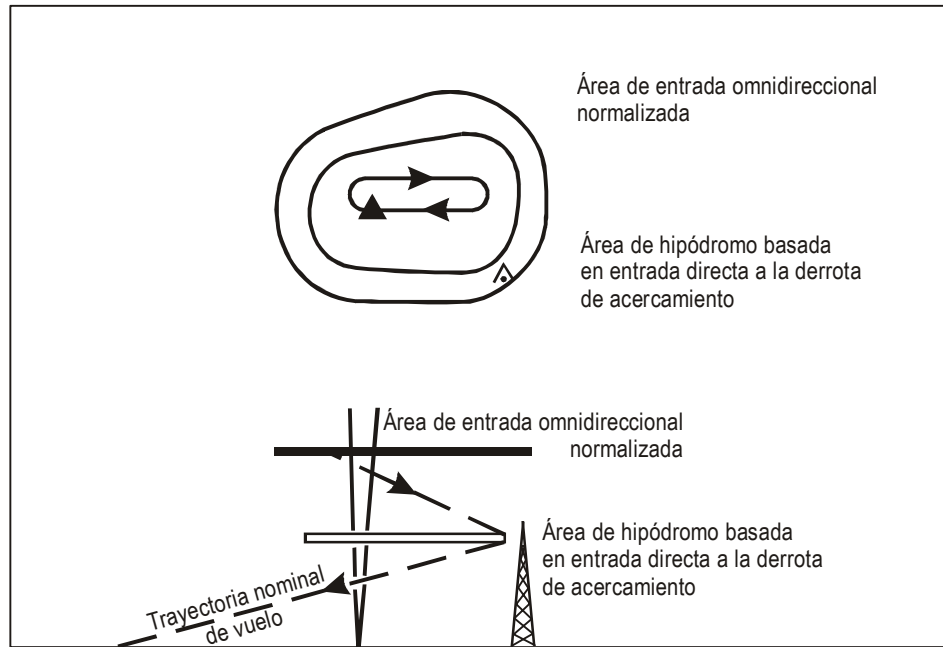


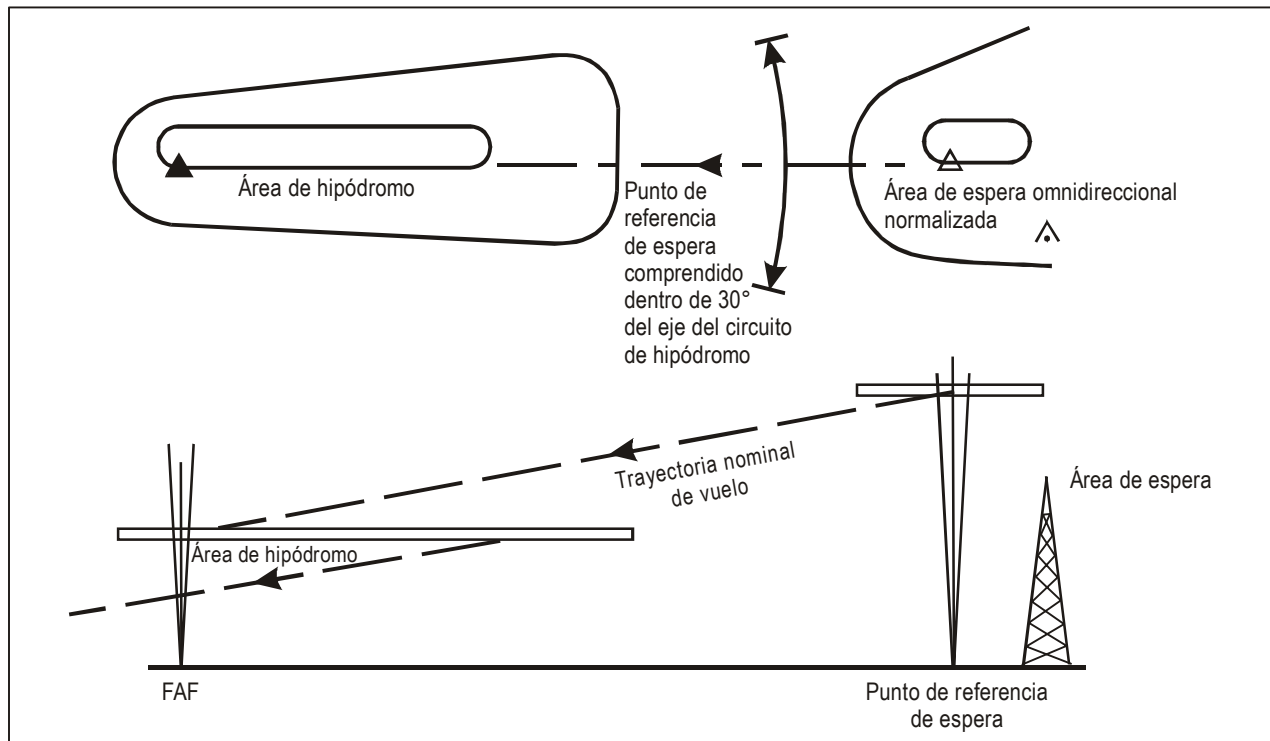
Figura I-4-3-Ap C-14



**Figura I-4-3-Ap C-15. Ejemplo de reducción de área utilizando DME o intersección de radial/marcación**

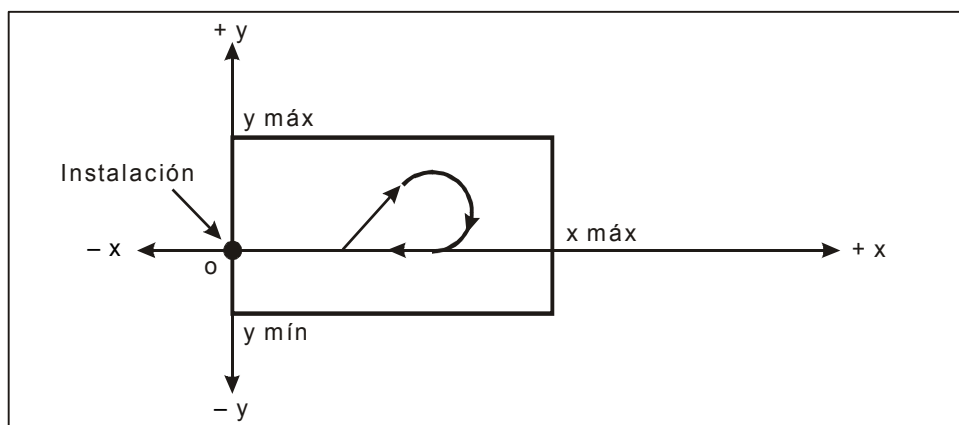


**Figura I-4-3-Ap C-16. Ejemplo de entrada de hipódromo por entrada omnidireccional normalizada a mayor altitud (área de hipódromo reducida para entradas “sobre el eje”)**



**Figura I-4-3-Ap C-17. Ejemplo de entrada de hipódromo restringida por derrota(s) restringida(s) especificada(s) (área de hipódromo reducida para entradas “sobre el eje”)**





**Figura I-4-3-Ap C-18. Construcción del área simplificada — ejemplo que indica el rectángulo para viraje reglamentario**

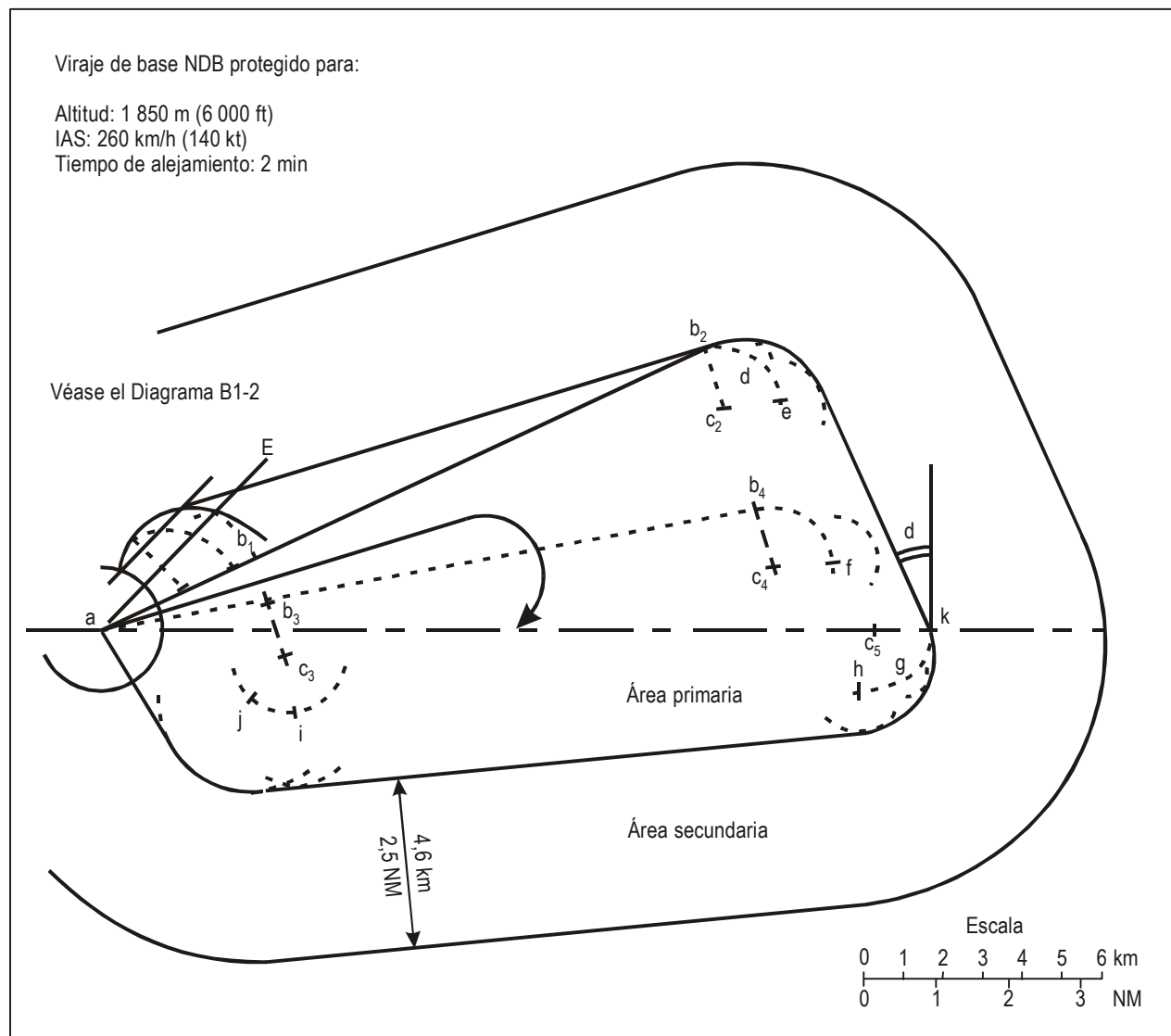


Diagrama I-4-3-Ap C-1. Área de viraje de base NDB

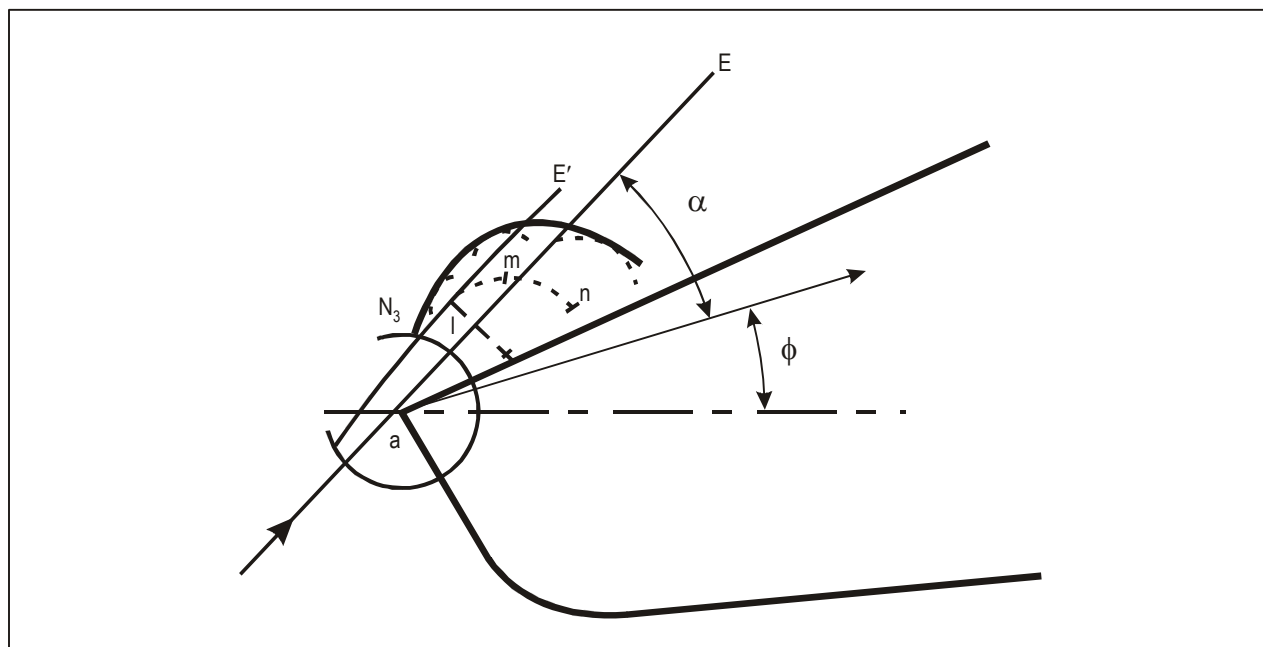


Diagrama I-4-3-Ap C-2. Protección de entrada a un viraje de base

Viraje reglamentario de 45° — 180° protegido para:

Altitud: 1 850 m (6 000 ft)

IAS: 260 km/h (140 kt)

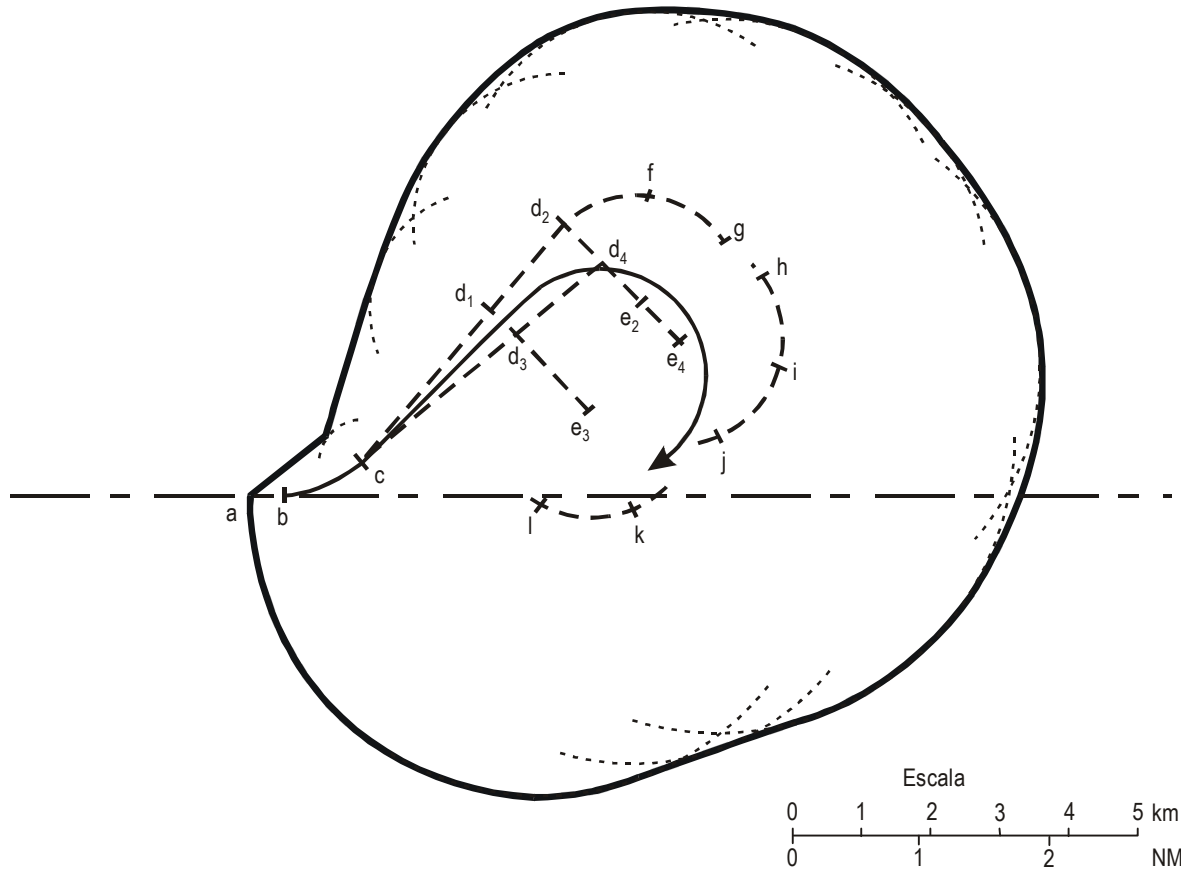


Diagrama I-4-3-Ap C-3. Plantilla de viraje de procedimiento de 45° — 180°

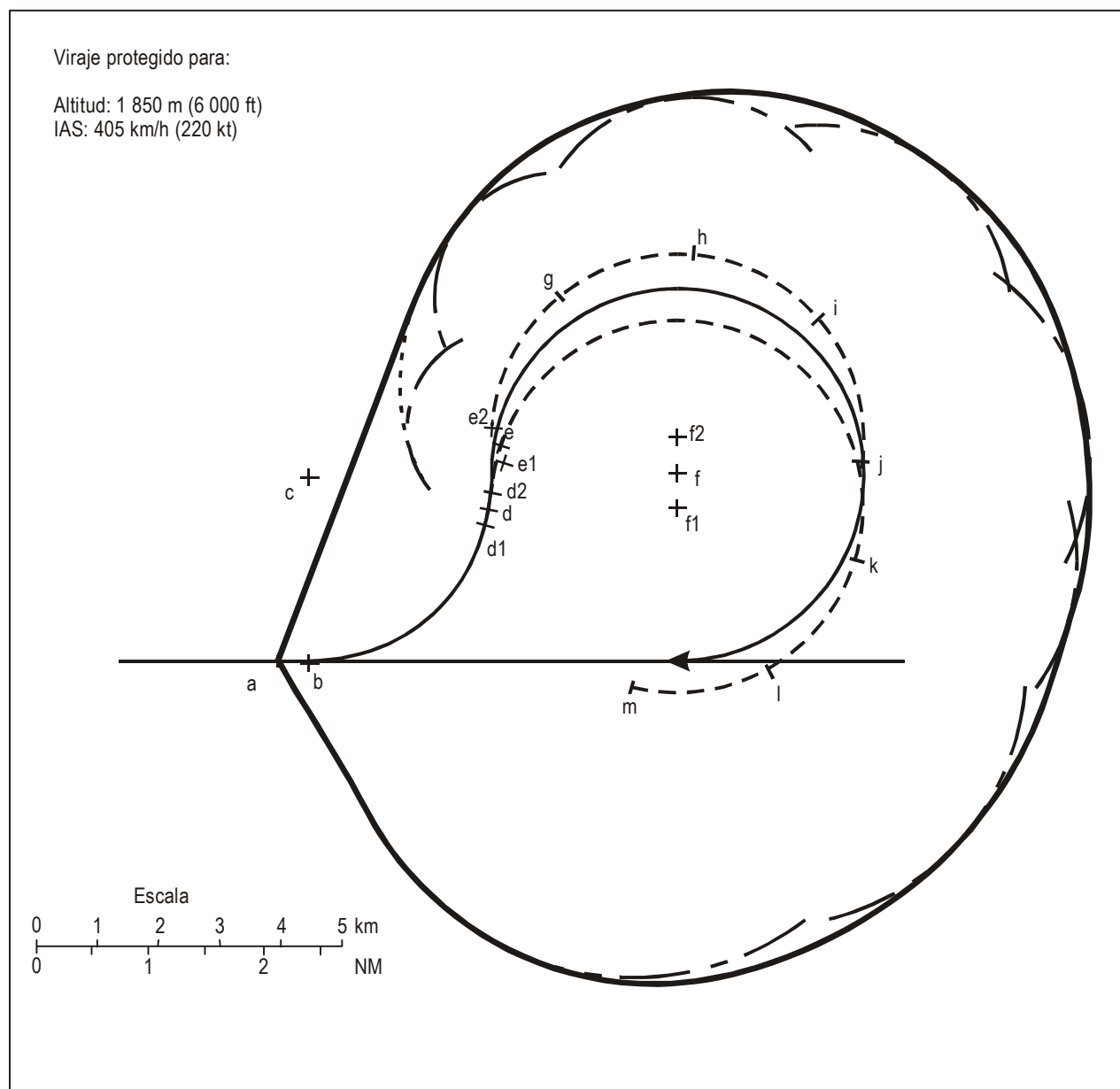


Diagrama I-4-3-Ap C-4. Plantilla de viraje reglamentario de 80° — 260°

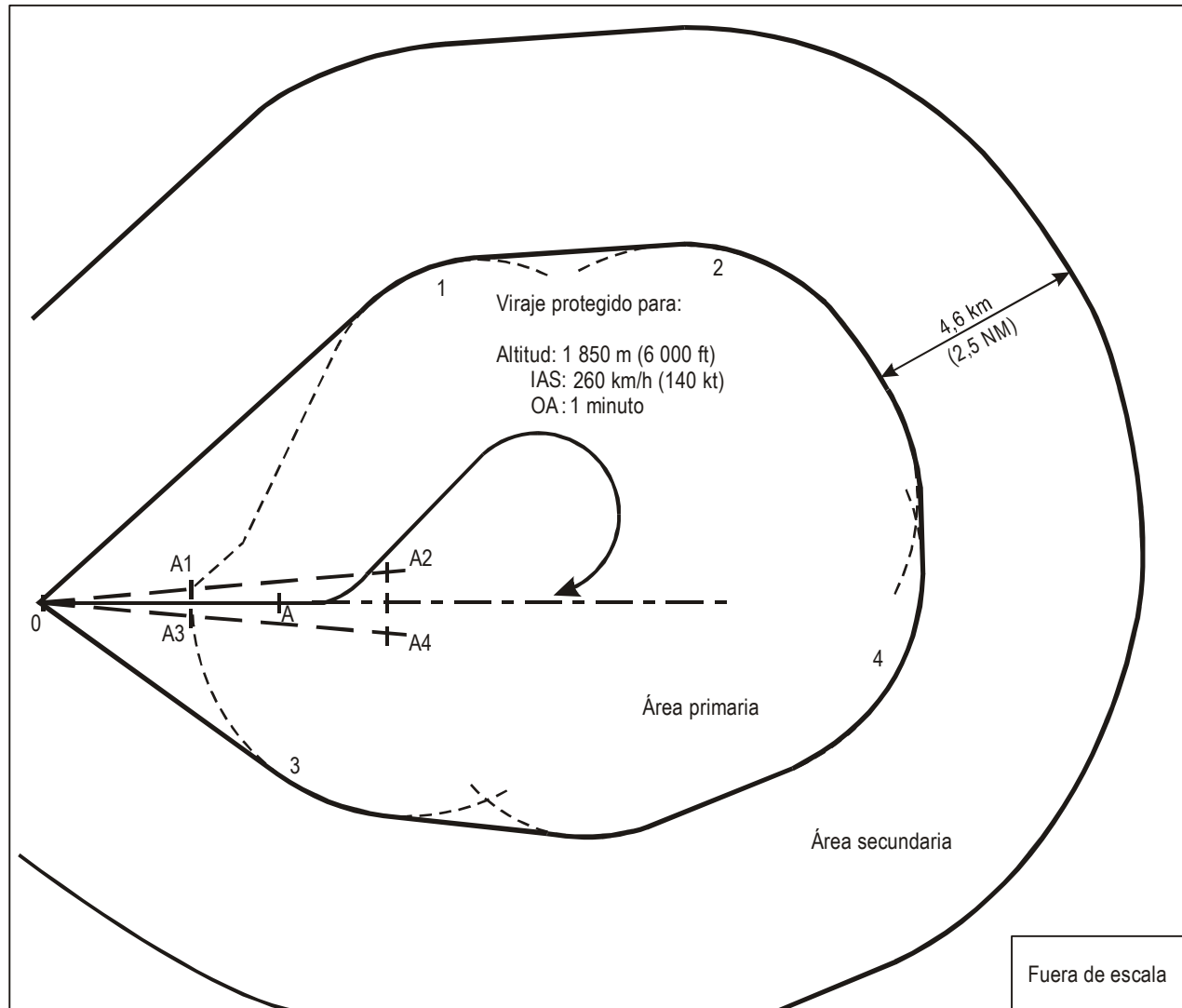
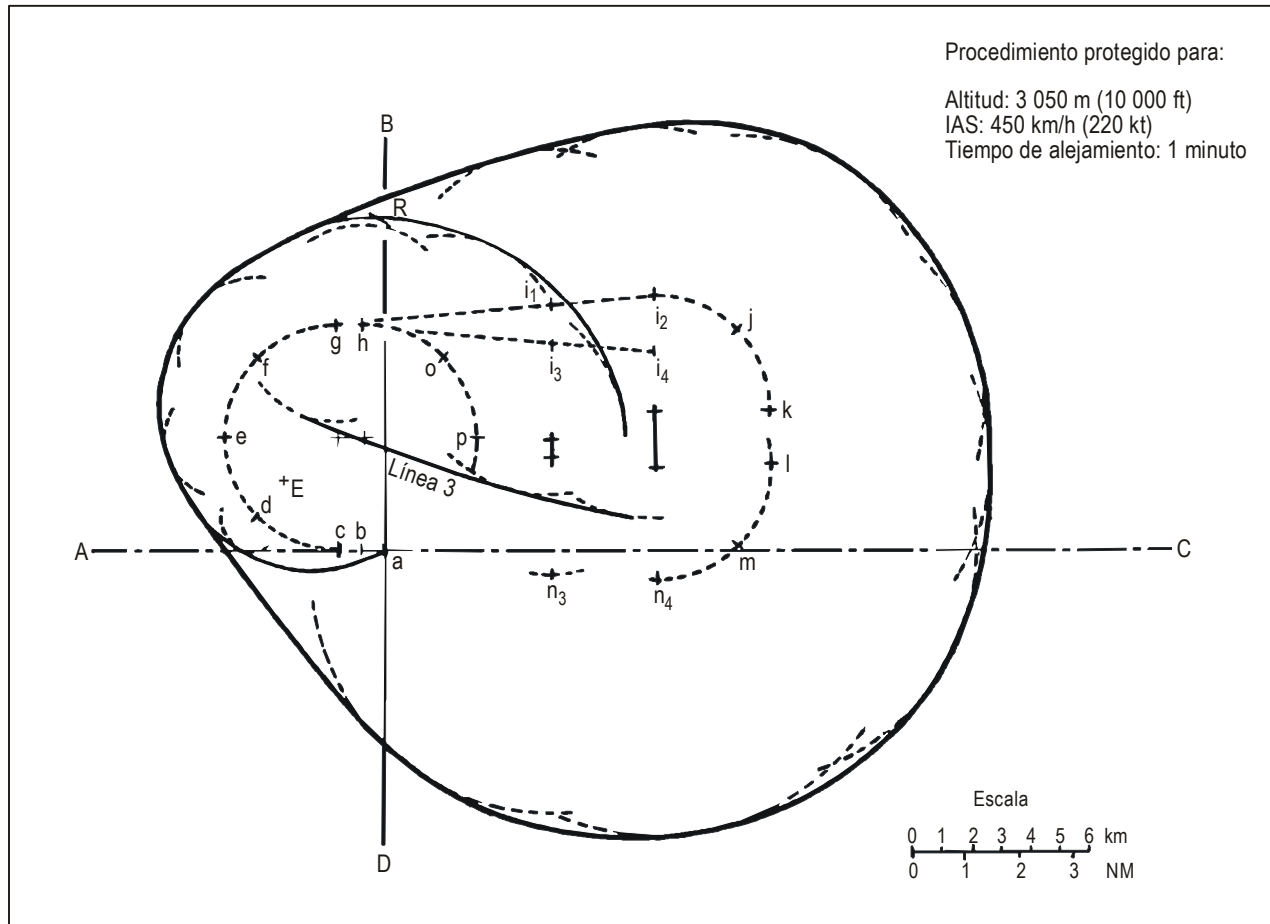
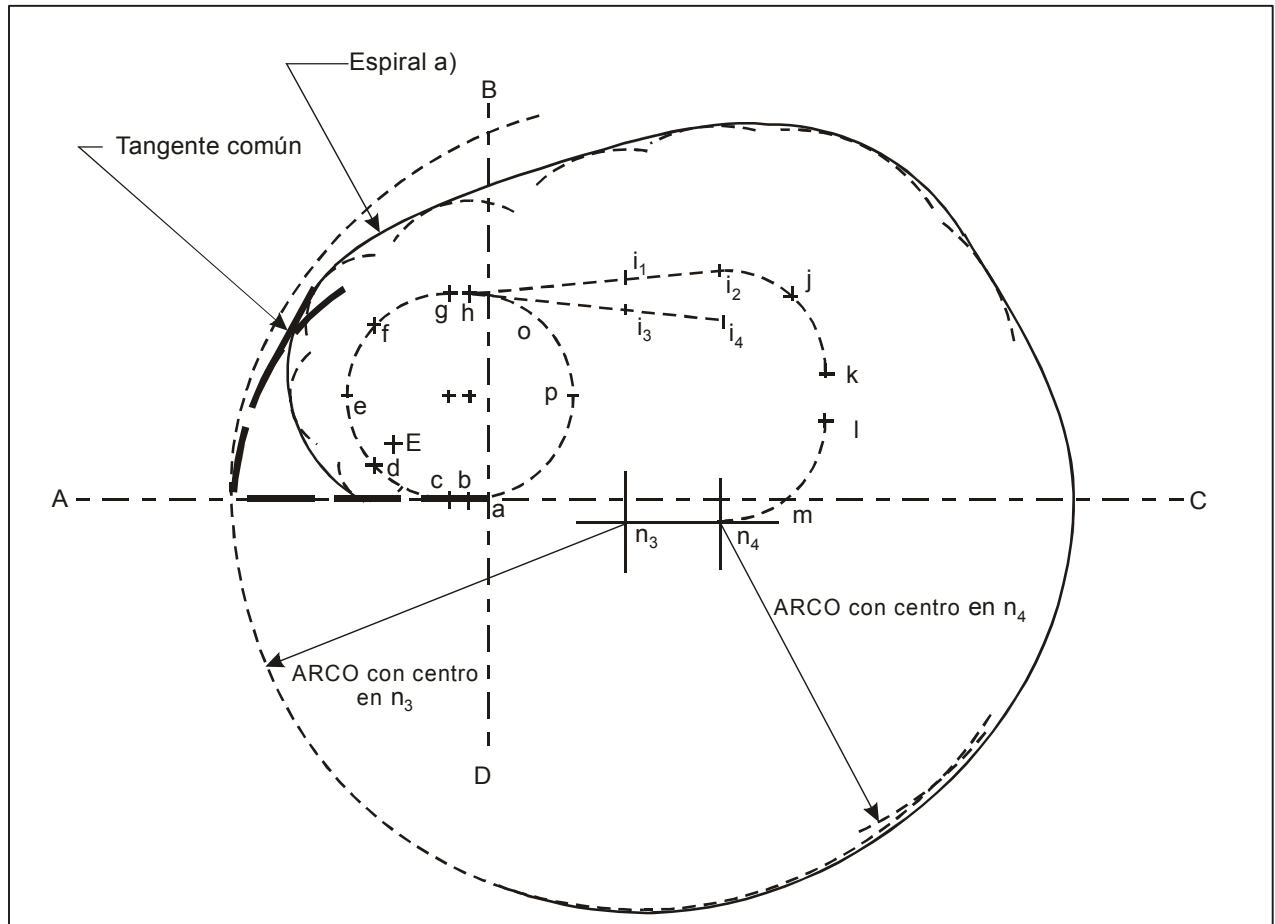


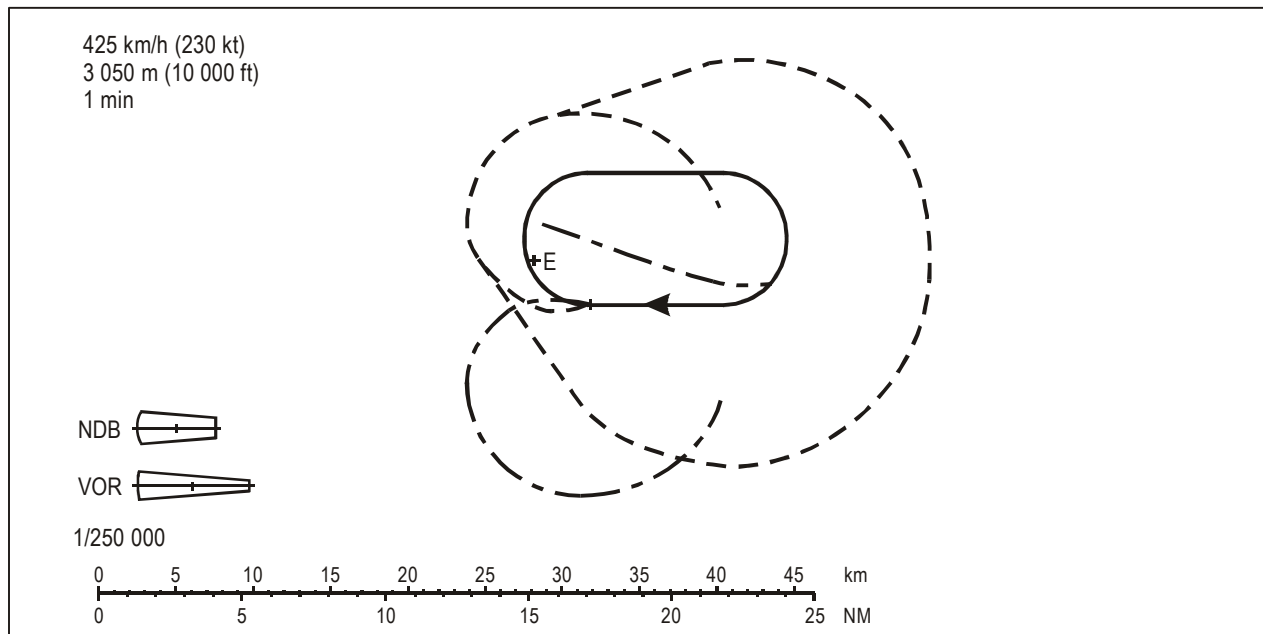
Diagrama I-4-3-Ap C-5. Viraje reglamentario VOR de 45° — 180°



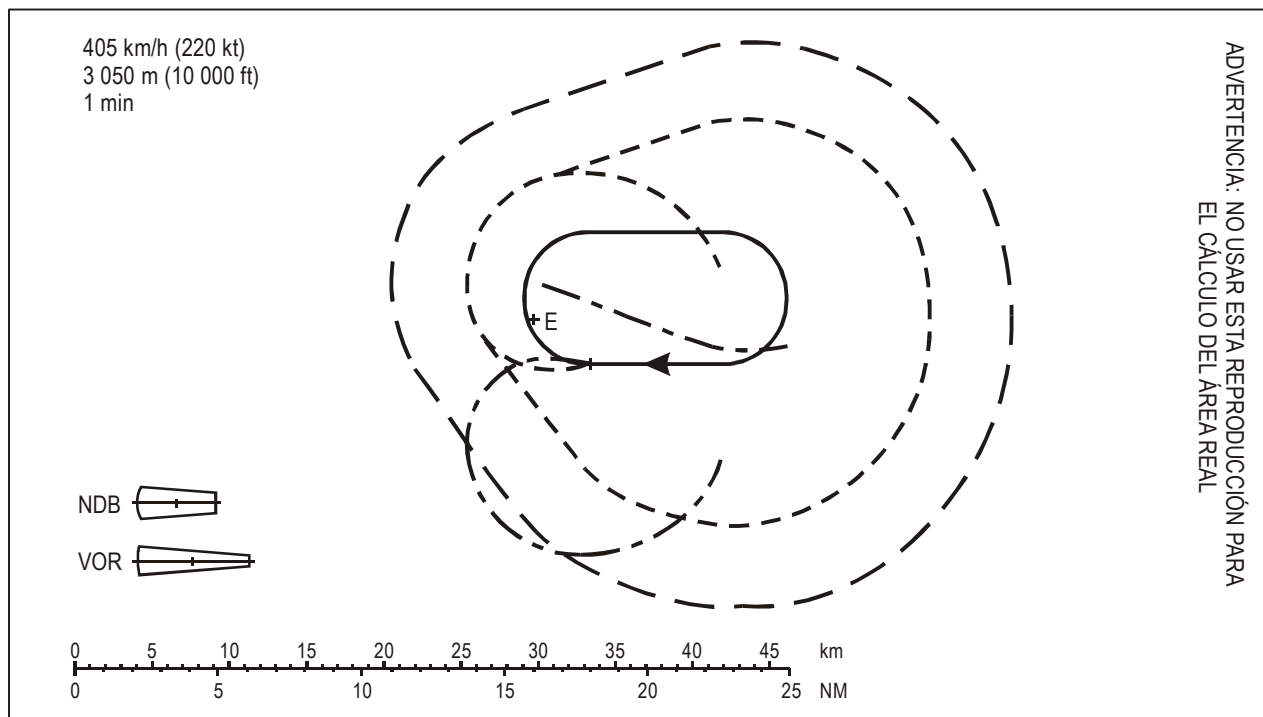


**Diagrama I-4-3-Ap C-6a. Trazado de la plantilla cuando el arco con centro en  $n_3$  no intersecta con la espiral a)**





**Diagrama I-4-3-Ap C-7. Plantilla de espera extraída del Manual de plantillas para los procedimientos de espera, inversión e hipódromo (Doc 9371)**



**Diagrama I-4-3-Ap C-8. Plantilla de hipódromo extraída del Manual de plantillas para los procedimientos de espera, inversión e hipódromo (Doc 9371)**

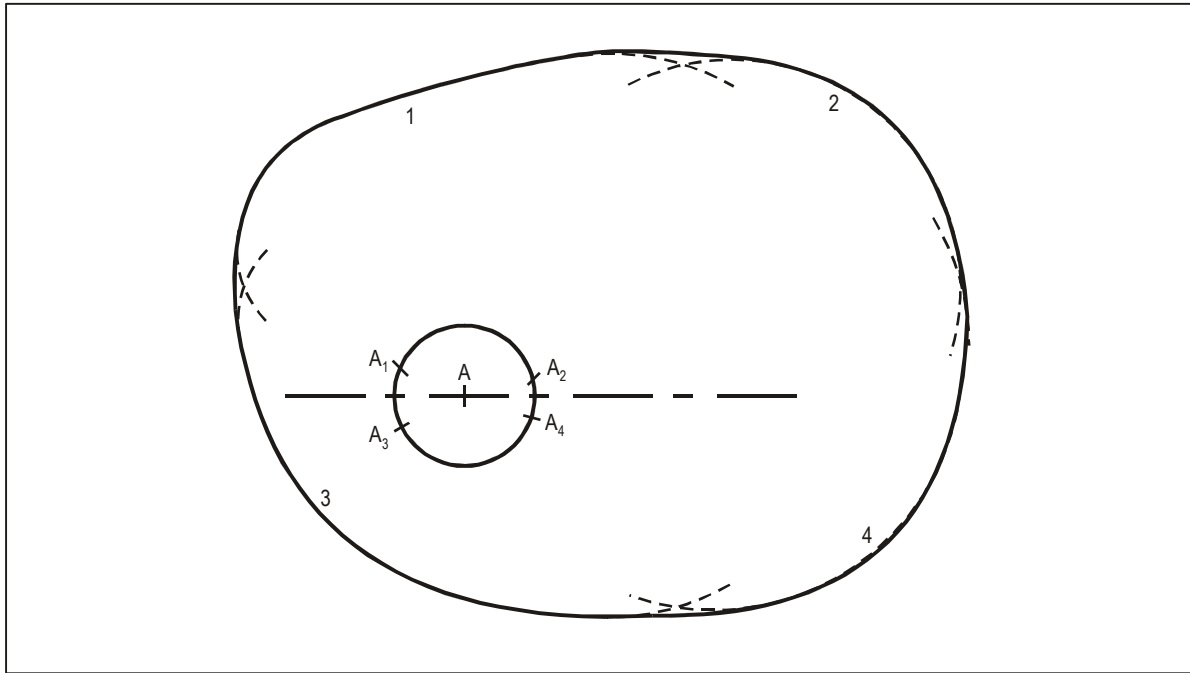


Diagrama I-4-3-Ap C-9. Construcción del área básica

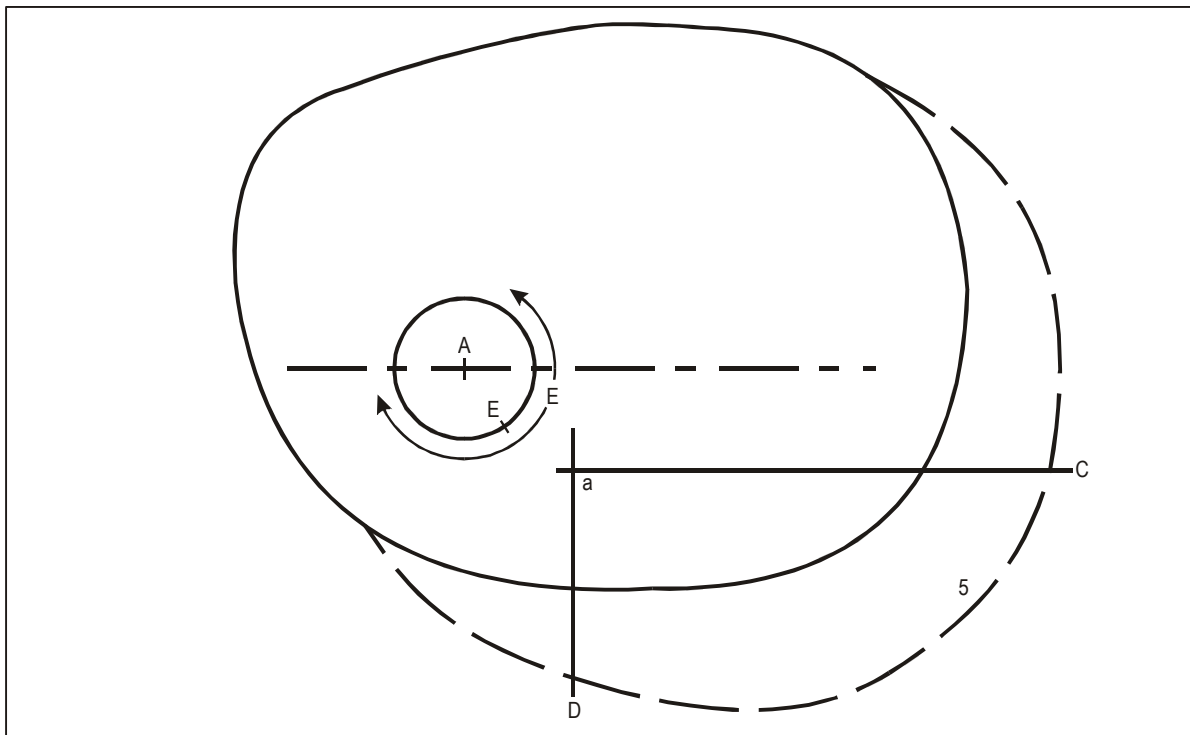
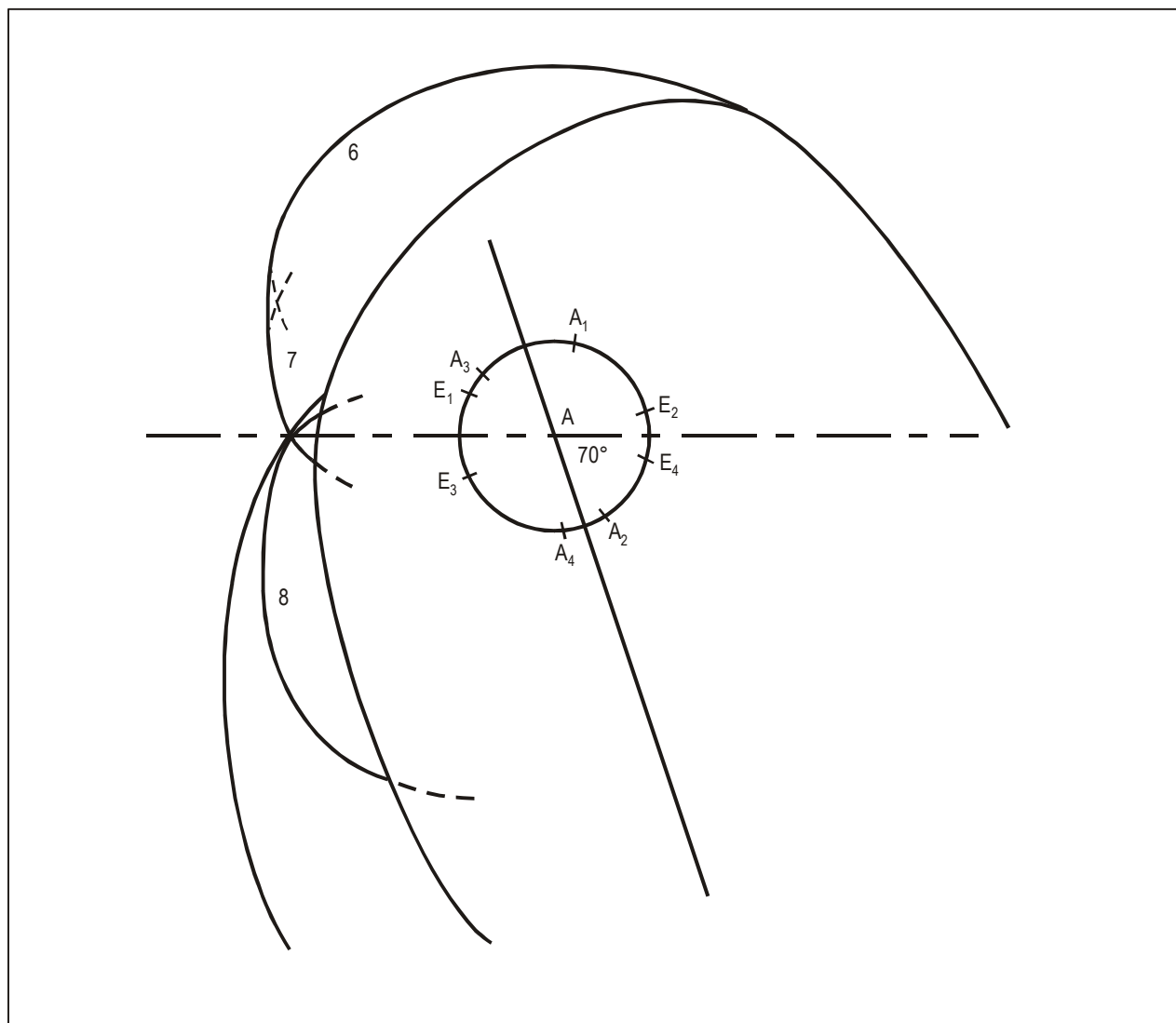
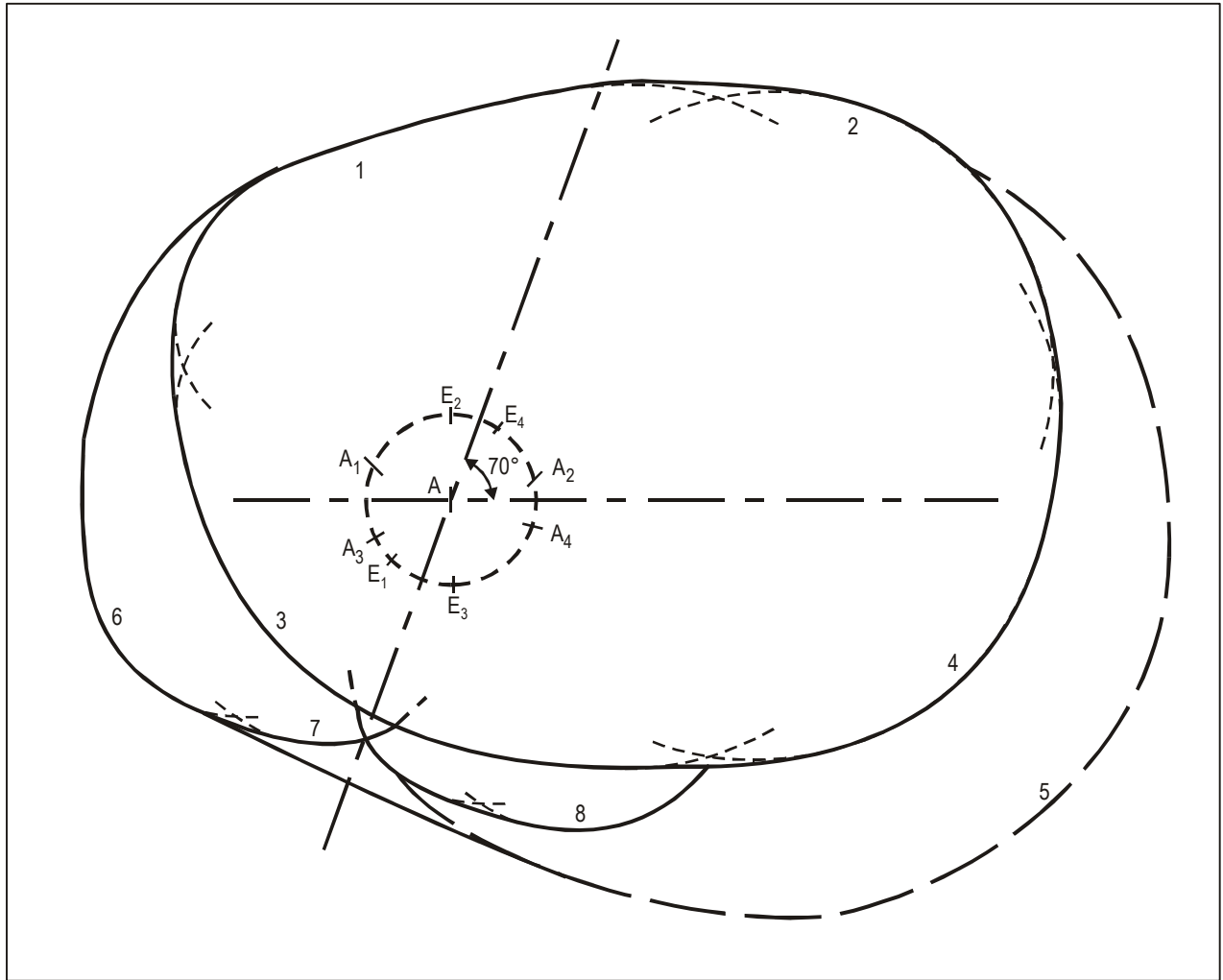


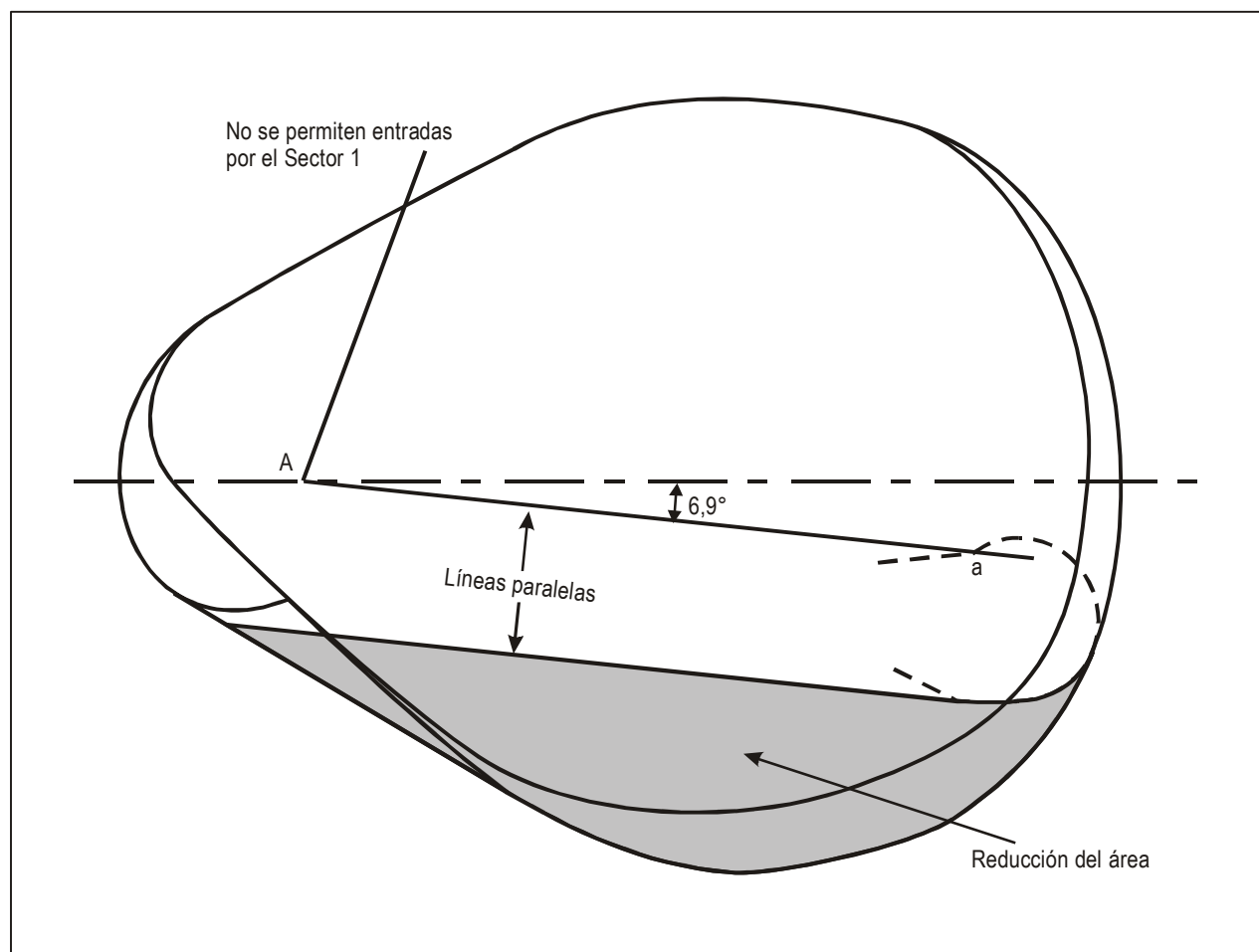
Diagrama I-4-3-Ap C-10. Construcción del área de entrada; utilización del punto E, con el eje de la plantilla paralelo al eje del procedimiento



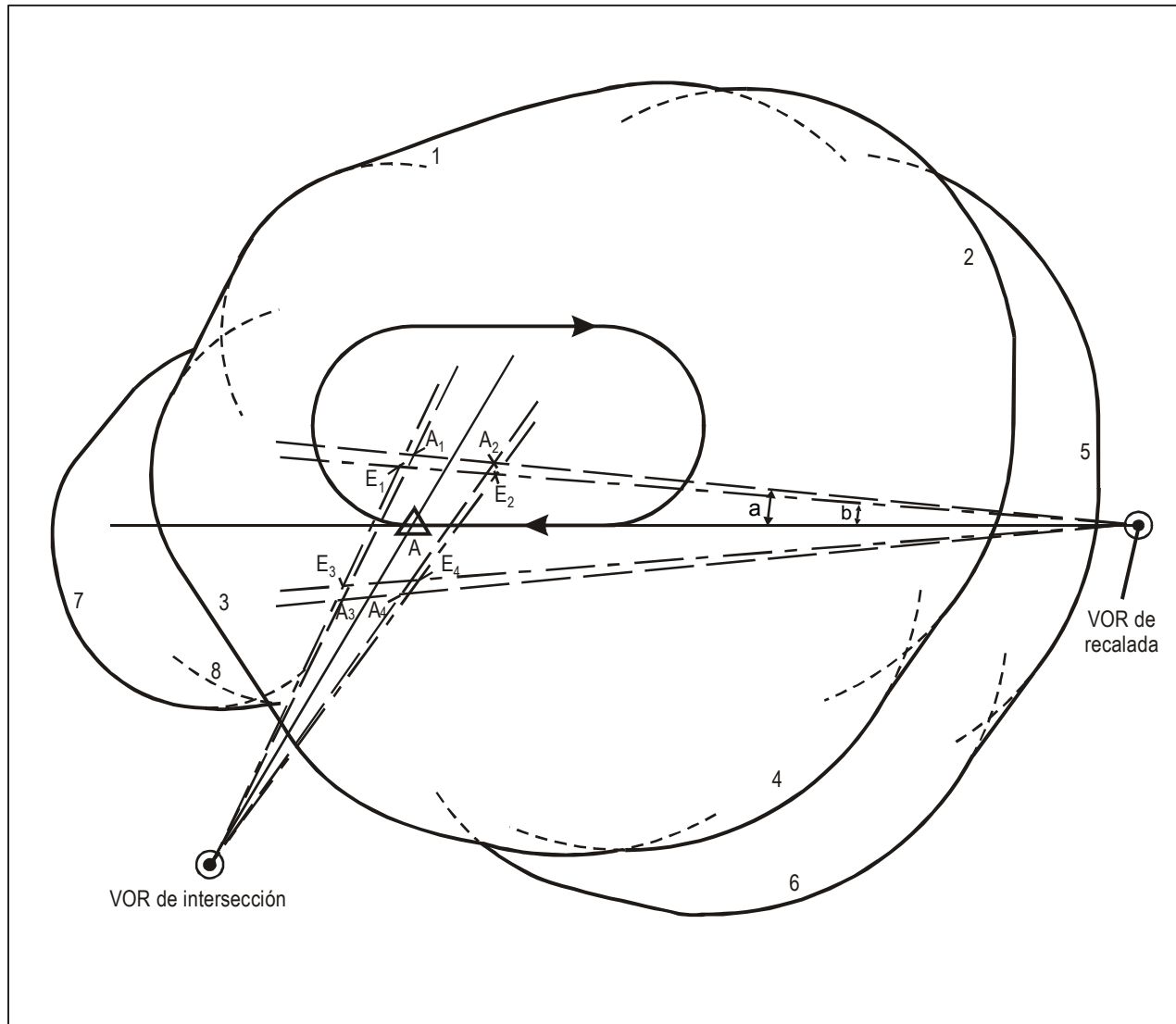
**Diagrama I-4-3-Ap C-11. Construcción del área de entrada; el eje de la plantilla forma un ángulo de 70E con el eje del procedimiento**



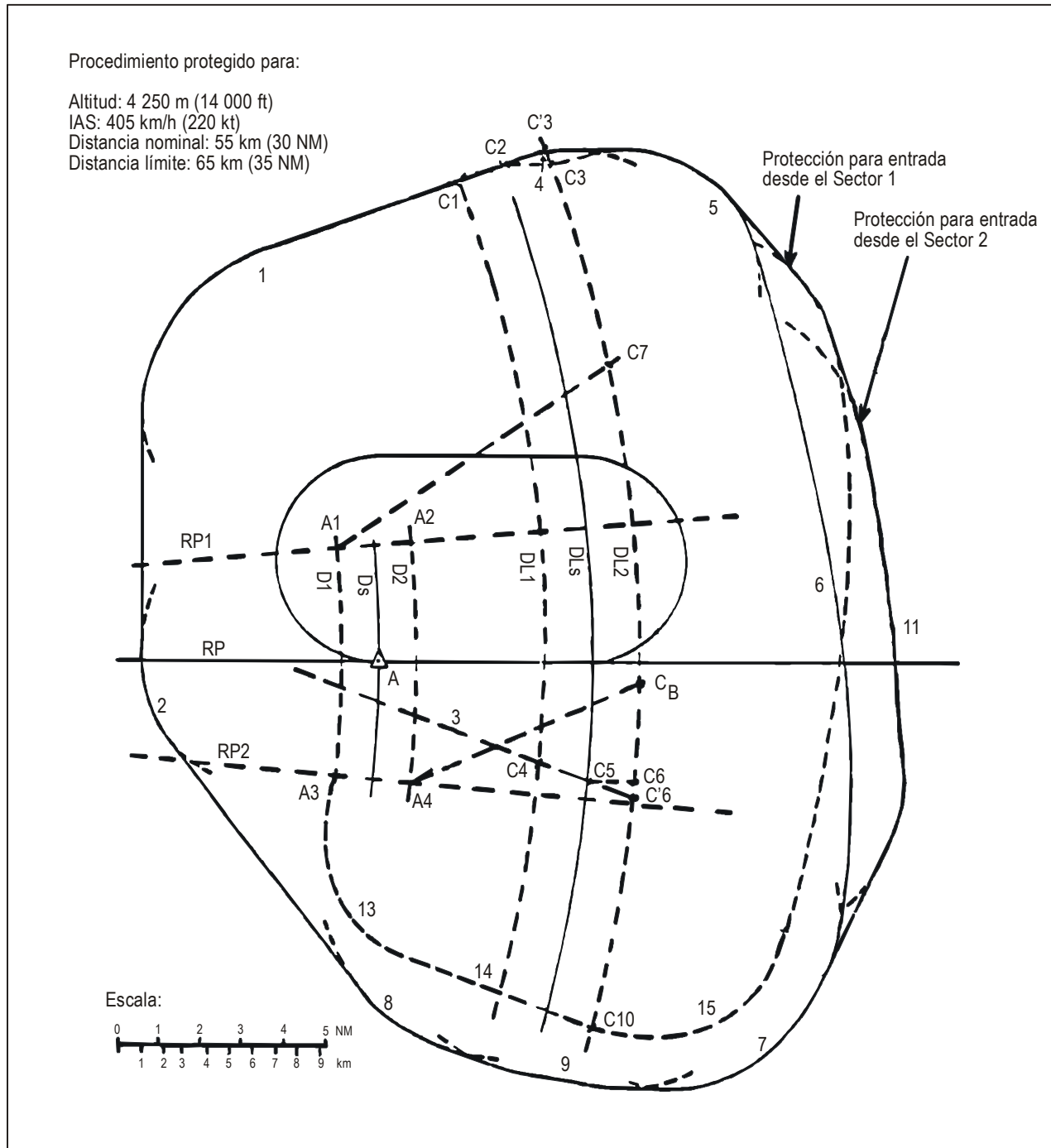
**Diagrama I-4-3-Ap C-12. Área básica con áreas de entrada omnidireccional; procedimiento por encima de una instalación**



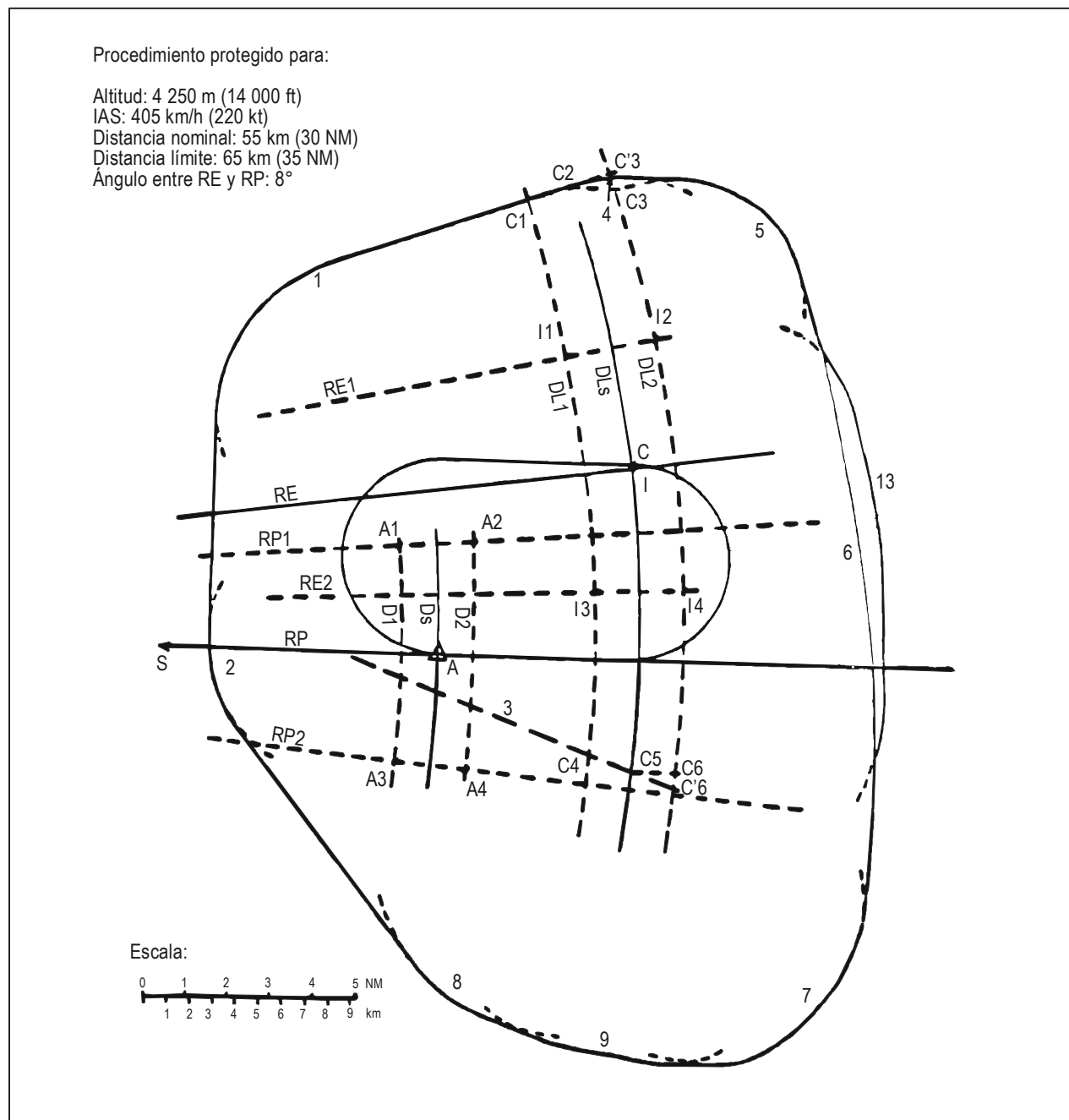
**Diagrama I-4-3-Ap C-13. Reducción del área para un procedimiento por encima de un NDB cuando no se permiten entradas por el Sector 1**



**Diagrama I-4-3-Ap C-14. Procedimiento en la intersección de radiales VOR — área básica y área de entrada asociada suponiendo entradas a lo largo de la derrota del procedimiento y del radial de intersección**

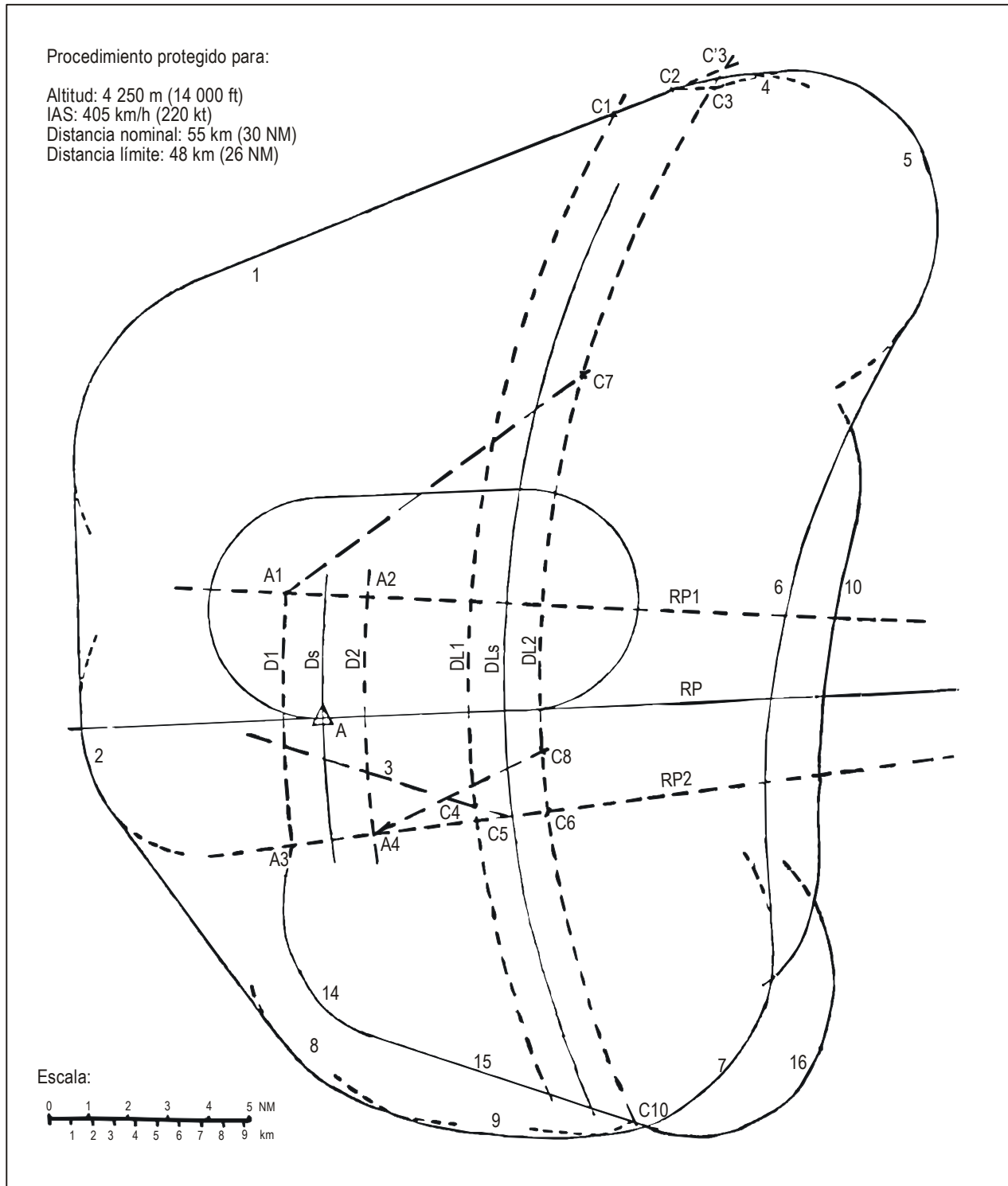


**Diagrama I-4-3-Ap C-15. Procedimiento VOR/DME acercándose a la instalación — área básica y área asociada para entradas**



**Diagrama I-4-3-Ap C-16. Procedimiento VOR/DME acercándose a la instalación —  
 área básica y área asociada para entrada directa recíproca al punto secundario**

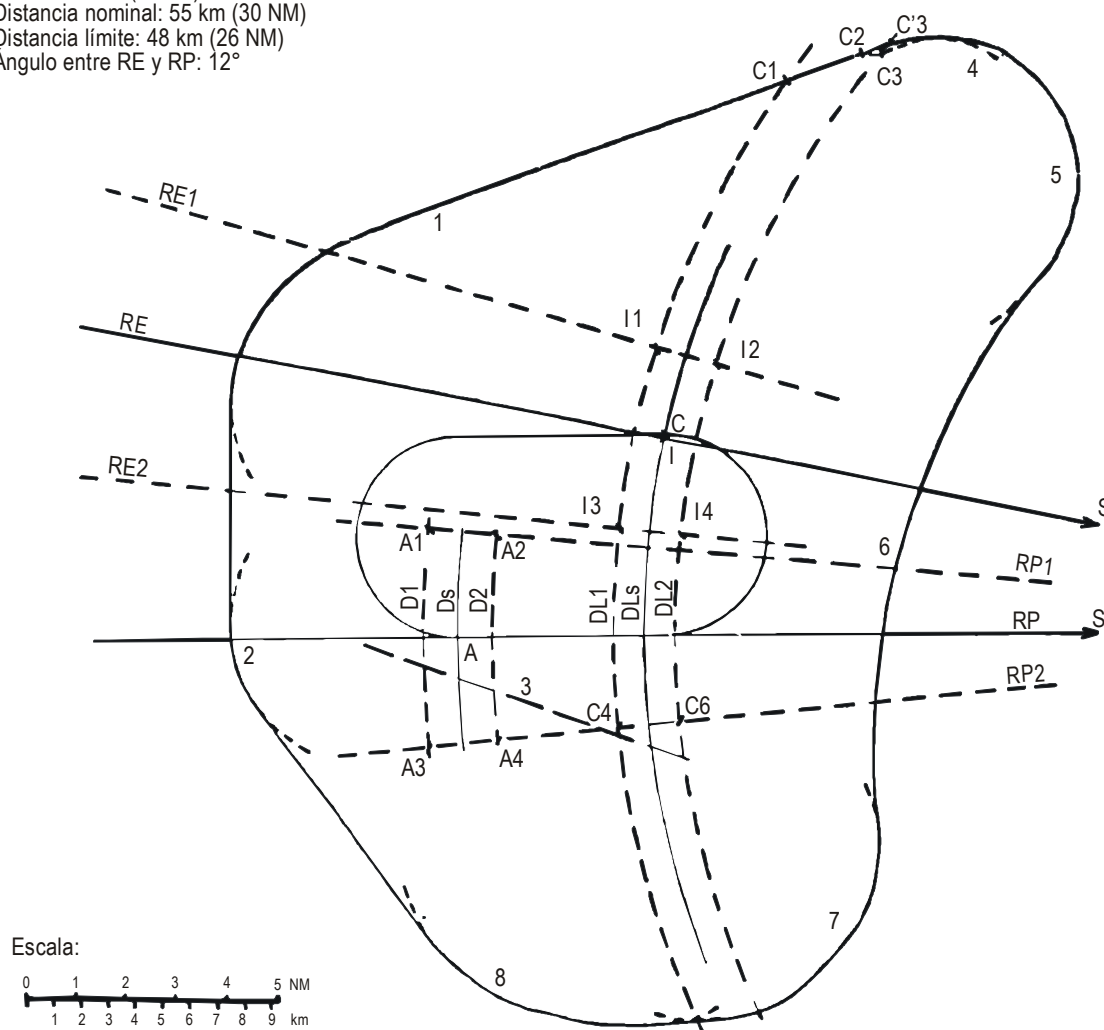




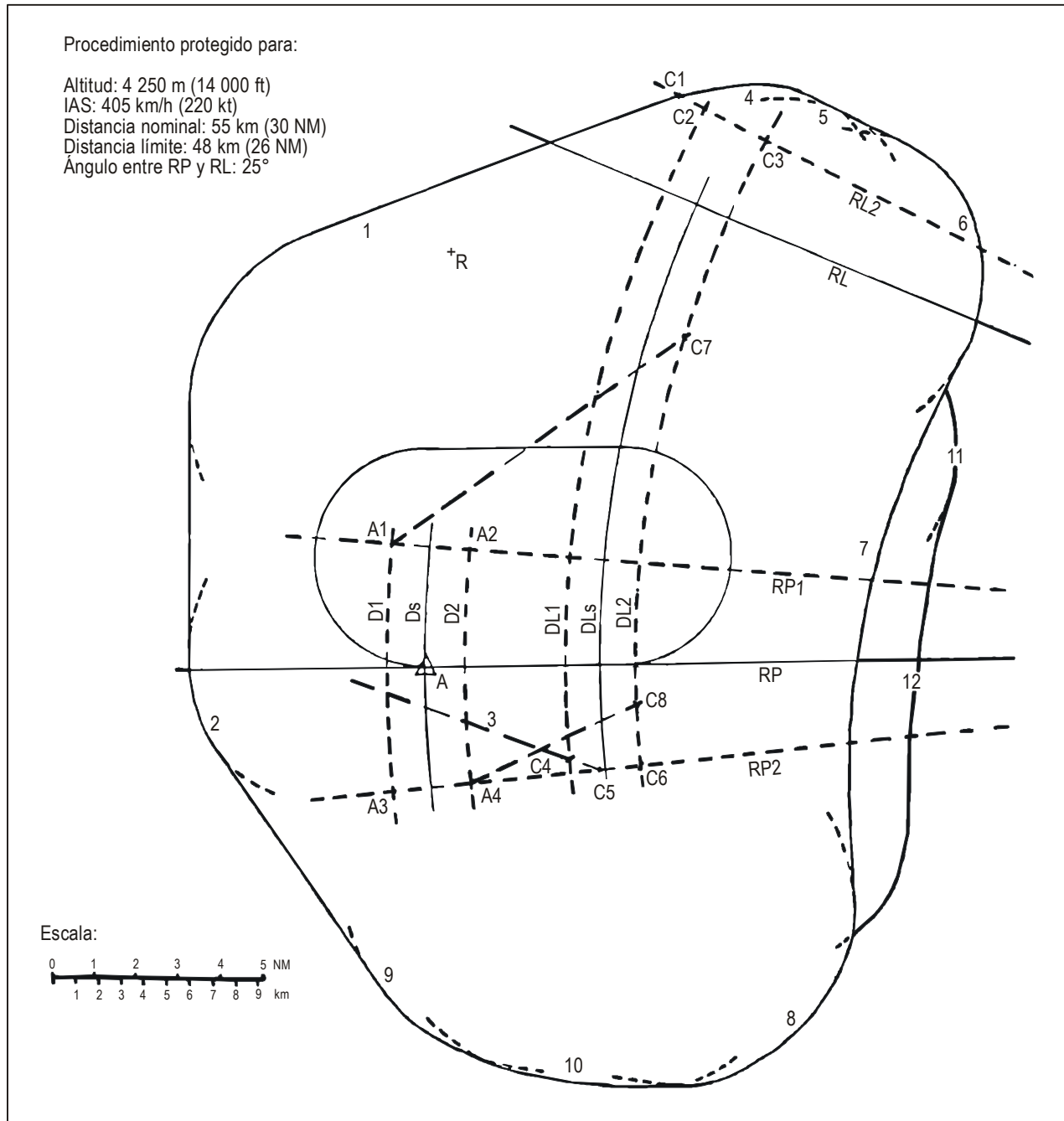
**Diagrama I-4-3-Ap C-17. Procedimiento VOR/DME alejándose de la instalación —  
 área básica y área asociada para entradas**

Procedimiento protegido para:

Altitud: 4 250 m (14 000 ft)  
 IAS: 405 km/h (220 kt)  
 Distancia nominal: 55 km (30 NM)  
 Distancia límite: 48 km (26 NM)  
 Ángulo entre RE y RP: 12°



**Diagrama I-4-3-Ap C-18. Procedimiento VOR/DME desde la instalación —  
 área básica y área asociada para entrada directa recíproca al punto secundario**



**Diagrama I-4-3-Ap C-19. Procedimiento VOR/DME alejándose de la instalación con radial límite — Área básica y área asociada para entradas**



## **Capítulo 4**

### **TRAMO DE APROXIMACIÓN INTERMEDIA**

#### **4.1 GENERALIDADES**

4.1.1 El tramo de aproximación intermedia transforma poco a poco el tramo de aproximación inicial en el tramo de aproximación final. Se trata del tramo en el que se realizan los ajustes de configuración, velocidad y posicionamiento de la aeronave para entrar al tramo de aproximación final.

4.1.2 Existen dos tipos de tramos de aproximación intermedia:

- a) el que comienza en un punto de referencia de aproximación intermedia (IF) establecido; y
- b) el que comienza una vez finalizado un procedimiento de derrota de navegación a estima (DR), un procedimiento de inversión o un procedimiento de hipódromo.

4.1.3 En ambos casos, se deberá facilitar guía de derrota de acercamiento al punto de referencia de aproximación final (FAF) donde finaliza el tramo de aproximación intermedia. Véase en la Figura I-4-3-2 del Capítulo 3, tramos típicos de aproximación intermedia.

#### **4.2 SELECCIÓN DE ALTITUD/ALTURA**

La altitud/altura mínima en el tramo de aproximación intermedia se deberá establecer en incrementos de 100 ft o en incrementos de 50 m, según proceda.

#### **4.3 TRAMO DE APROXIMACIÓN INTERMEDIA BASADO EN UNA ALINEACIÓN DE DERROTA EN LÍNEA RECTA**

La derrota a seguir en el tramo de aproximación intermedia debería ser normalmente la misma que la derrota de aproximación final. Cuando ello no sea posible y el punto de referencia de aproximación final en un procedimiento que no es de precisión sea una instalación de navegación aérea, la derrota intermedia no deberá diferir de la derrota de aproximación final en más de 30° (Cat H, 60°). Cuando el viraje en el FAF sea de más de 10°, se deberá ampliar el área de aproximación final por la parte exterior del viraje como se describe en el Capítulo 6, 6.4.6.3.3, “TP marcado por una instalación (NDB o VOR)”.

##### **4.3.1 Área**

Esta sección trata sobre la construcción del área de un tramo de aproximación intermedia basada en una alineación de derrota recta.

#### 4.3.1.1 Longitud

4.3.1.1.1 La longitud del tramo de aproximación intermedia no deberá ser mayor que 28 km (15 NM) [Cat H, 9,3 km (5,0 NM)] ni menor que 9,3 km (5,0 NM) [Cat H, 3,7 km (2 NM)] — salvo lo dispuesto para ILS, MLS, RNAV [DME/DME, VOR/DME, GNSS] y secciones radar — medidos a lo largo de la derrota a volar.

4.3.1.1.2 La longitud óptima es de 19 km (10 NM) [Cat H, 9,3 km (5,0 NM)]. No se debería utilizar una distancia de más de 19 km (10 NM), salvo que un requisito operacional justifique una distancia mayor. Cuando el ángulo en que la derrota de aproximación inicial se une a la derrota de aproximación intermedia exceda de los 90° (Cat H, 60°), la longitud mínima de la derrota de aproximación intermedia es la que figura en la Tabla I-4-4-1.

#### 4.3.1.2 Anchura

Durante una aproximación directa, la anchura del tramo de aproximación intermedia se estrecha desde una anchura máxima de 19 km (10 NM) en el IF hasta su anchura mínima en el FAF (o FAP). El tramo se divide longitudinalmente de la siguiente forma:

- a) un área primaria que se extiende lateralmente a cada lado de la derrota; y
- b) un área secundaria a cada lado del área primaria (véase la Figura I-4-3-2 del Capítulo 3).

Para calcular la anchura del área secundaria en un punto dado, véase la Sección 2, Capítulo 1, 1.2.2, “Cálculo de la anchura del área secundaria en un punto dado”.

*Nota.— Véase también el Apéndice B del Capítulo 3, “Reducción de la anchura del área de una aproximación inicial en línea recta después del IAF y punto de enlace entre el área de aproximación inicial en línea recta y las áreas de los procedimientos de inversión” para una posible reducción de la anchura del área de aproximación inicial.*

### 4.3.2 Franqueamiento de obstáculos

4.3.2.1 En el área primaria del tramo de aproximación intermedia se deberá disponer de un margen mínimo de 150 m (492 ft) para el franqueamiento de obstáculos. En el área secundaria, se deberá disponer de 150 m (492 ft) para franqueamiento de obstáculos en el borde interior, para ir reduciéndose a cero en el borde exterior. Véase la Figura I-2-1-1 de la Sección 2, Capítulo 1. Para calcular el margen de franqueamiento de obstáculos en un punto dado, véase la Sección 2, Capítulo 1, 1.3, “Franqueamiento de obstáculos”.

4.3.2.2 Las altitudes/alturas seleccionadas mediante aplicación de los márgenes de franqueamiento de obstáculos especificados, se deberán redondear a los 50 m o 100 ft inmediatos, según proceda.

### 4.3.3 Altitud/altura del procedimiento y pendiente de descenso

4.3.3.1 Dado que el tramo de aproximación intermedia se emplea para adecuar la velocidad y la configuración de la aeronave para entrar en el tramo de aproximación final, este tramo debería ser horizontal, o al menos debería contener una sección horizontal.

4.3.3.2 En caso de un descenso necesario, la pendiente máxima autorizada será de 5,2 % (Cat H, 10 %) o, si la velocidad de aproximación intermedia está restringida a 165 km/h IAS (90 kt IAS), 13,2%. En este caso, se deberá establecer un tramo horizontal con una longitud mínima de 2,8 km (1,5 NM) antes de la aproximación final para

aeronaves de las Categorías C y D. Para procedimientos específicos de las aeronaves de categorías A y B, la longitud mínima deberá reducirse hasta 1,9 km (1,0 NM). Lo que permitiría disponer de suficiente distancia para que la aeronave decelere y efectuar cualquier cambio de configuración necesario antes del tramo de aproximación final.

4.3.3.3 Se establecerán las altitudes/alturas del procedimiento en el tramo intermedio para que la aeronave pueda interceptar la pendiente de aproximación final establecida.

#### **4.4 TRAMO INTERMEDIO COMPRENDIDO EN UN PROCEDIMIENTO DE INVERSIÓN O DE HIPÓDROMO**

##### **4.4.1 Generalidades**

El tramo de aproximación intermedia se inicia al interceptar la derrota de aproximación intermedia. Los criterios son los mismos que en 4.3, “Tramo de aproximación intermedia basada en una alineación de derrota recta”, salvo lo especificado más adelante.

##### **4.4.2 Anchura del área**

Cuando se utiliza con procedimientos de inversión o de hipódromo, la anchura del tramo intermedio se expande uniformemente desde la anchura del tramo de aproximación final en la instalación de navegación a 9,3 km (5,0 NM) a cada lado de la derrota a 28 km (15 NM) de la instalación hasta una anchura total de 18,6 km (10 NM). Más allá de 28 km (15 NM), la anchura del área permanece en 19 km (10 NM) . Véase la Figura I-4-4-2.

El área de aproximación intermedia se divide en las áreas primaria y secundaria como se especifica en la Sección 2, Capítulo 1, 1.2, “Áreas”.

##### **4.4.3 Longitud del área**

Cuando se dispone de un IF, la longitud del tramo de aproximación intermedia es normalmente 19 km (10 NM) [Cat H, longitud máxima de 9,3 km (5 NM)]. Véase la Figura I-4-4-1. Cuando no se dispone de un IF, el área de aproximación intermedia se prolongará hasta el límite externo del área primaria del procedimiento de inversión. Véanse las Figuras I-4-4-2 y I-4-4-3.

##### **4.4.4 Viraje sobre un punto que no es el de la instalación**

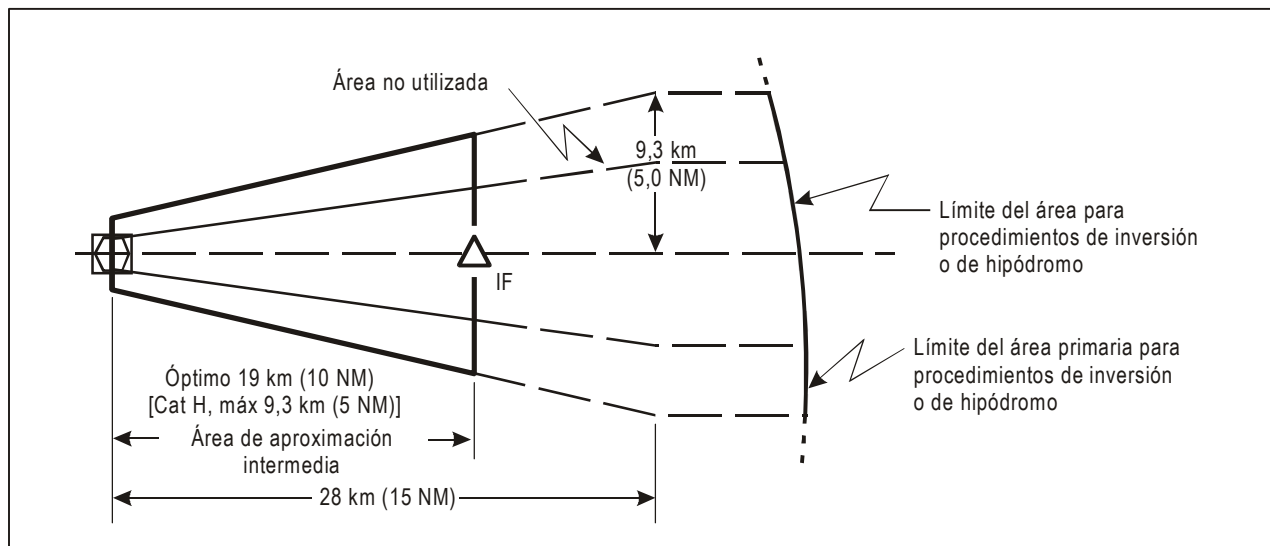
Cuando se trate de un procedimiento de inversión o de un procedimiento de hipódromo en un FAF alejado de la instalación, el área de aproximación intermedia se extenderá 9,3 km (5,0 NM) a cada lado de la derrota intermedia a 28 km (15 NM) de la instalación, para estrecharse uniformemente hasta alcanzar la anchura del área de aproximación final en el FAF. Véase la Figura I-4-4-3.

##### **4.4.5 Pendiente de descenso**

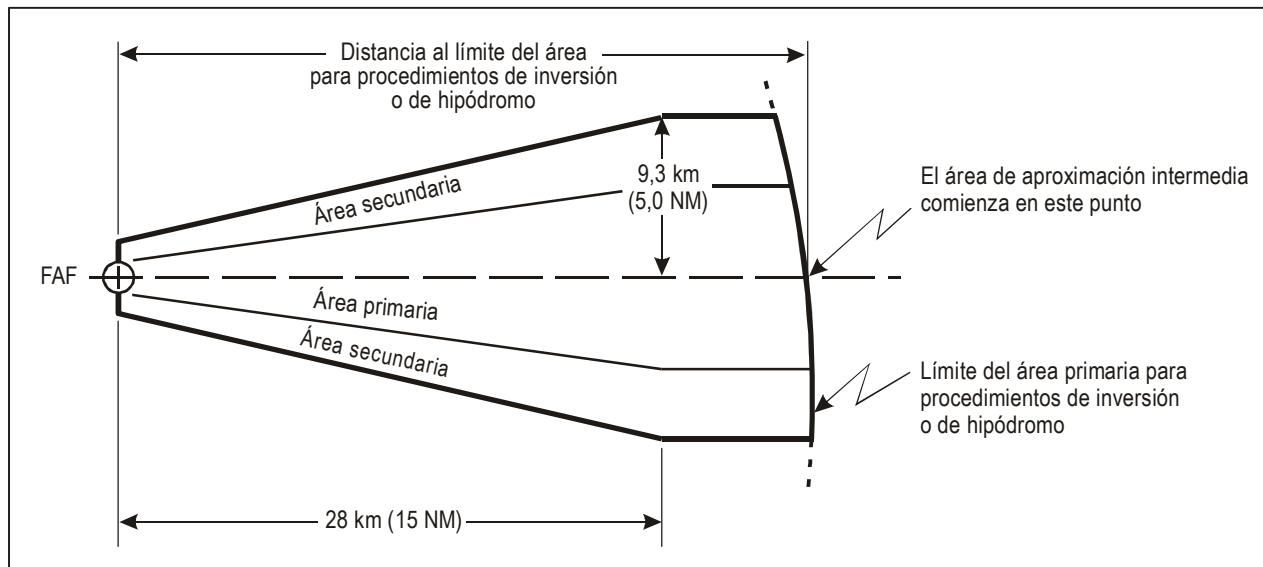
Son aplicables las limitaciones especificadas para la derrota de acercamiento en la Tabla I-4-3-1.

**Tabla I-4-4-1. Longitud mínima de la derrota intermedia**

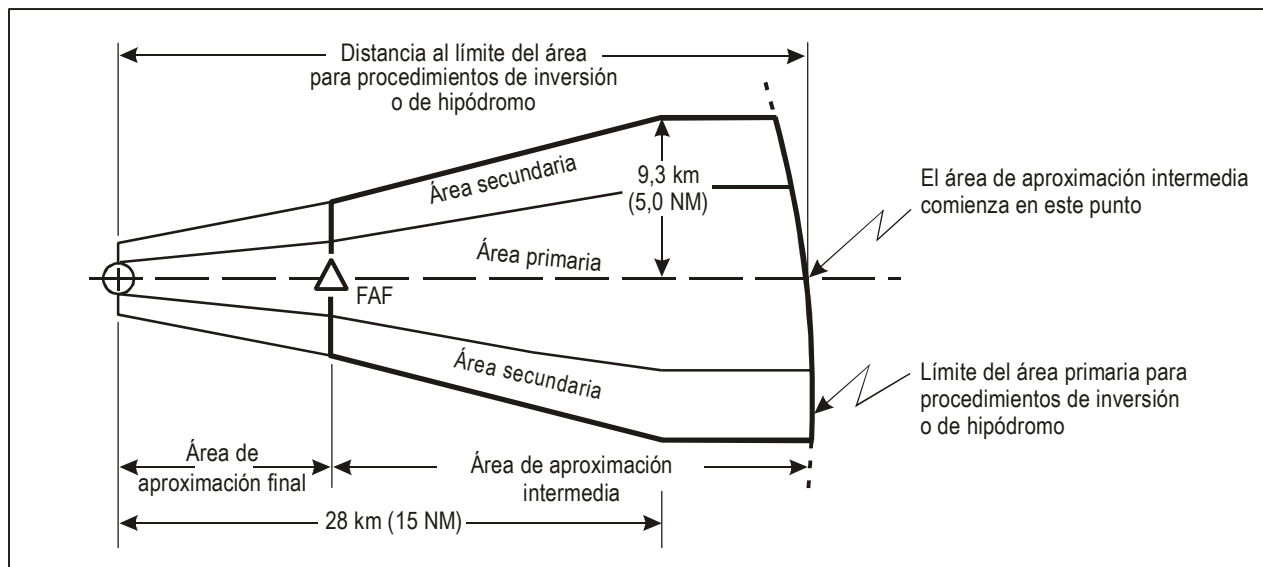
<i>Ángulo de interceptación (grados)</i>	<i>Longitud mínima de la derrota</i>
91 — 96	11 km (6 NM)
97 — 102	13 km (7 NM)
103 — 108	15 km (8 NM)
109 — 114	17 km (9 NM)
115 — 120	19 km (10 NM)
Cat H	
61 — 90	5,6 km (3 NM)
91 — 120	7,4 km (4 NM)

**Figura I-4-4-1. Área de aproximación intermedia comprendida en procedimientos de inversión o de hipódromo con un punto de referencia**





**Figura I-4-4-2. Área de aproximación intermedia comprendida en procedimientos de inversión o de hipódromo sin IF**



**Figura I-4-4-3. Área de aproximación intermedia comprendida en procedimientos de inversión o de hipódromo basada en un FAF (no la instalación)**



## Capítulo 5

### TRAMO DE APROXIMACIÓN FINAL

#### 5.1 GENERALIDADES

5.1.1 Se insta a los Estados a implantar procedimientos de aproximación con guía vertical.

5.1.2 En el tramo de aproximación final, se efectúan la alineación y el descenso para el aterrizaje. La parte por instrumentos del tramo de aproximación final comienza en el punto de referencia de aproximación final y finaliza en el punto de aproximación frustrada (MAPt). Deberá facilitarse guía de derrota para la fase por instrumentos del tramo de aproximación final. La aproximación final se podrá realizar:

- a) llegando a una pista para efectuar un aterrizaje directo; o
- b) llegando a un aeródromo para efectuar una aproximación en circuito.

5.1.3 Siempre que sea posible, el tramo de aproximación final debería estar alineado con la pista. Toda aproximación final con un FAF tiene una longitud óptima de 9,3 km (5,0 NM). La longitud mínima del tramo de aproximación final no será inferior a 5,6 km (3,0 NM). Este valor también se aplica a la distancia mínima desde el FAF hasta el umbral, salvo en los procedimientos que no son RNAV limitados por las instalaciones existentes. Las excepciones se aplican a:

- a) los procedimientos RNAV con grandes cambios de derrota en el FAF para las aeronaves de las Categorías D, D<sub>L</sub> y E (véase la Tabla I-4-5-1); y
- b) las aeronaves de Cat H (véase la Tabla I-4-5-1).

#### 5.2 ALINEACIÓN

5.2.1 Tanto la aproximación final como su guía de derrota deberían estar alineadas con la pista siempre que sea posible. Una aproximación final desplazada aumenta la complejidad de la operación del piloto. Por consiguiente, este tipo de aproximación sólo debería diseñarse cuando problemas de emplazamiento u obstáculos no ofrezcan otra opción. No se establecerá una derrota de aproximación final desplazada como una medida de atenuación del ruido. Cuando no sea posible la guía de derrota alineada con la pista se considera válida una desviación de hasta 5° sin penalizar la OCA/H (véase 5.4.3.1, “Aproximación directa alineada”). Por encima de dicho valor, se aplicará una penalización dependiendo de la categoría (véase 5.4.3.2, “Aproximación directa no alineada”). Más allá de estos límites (o cuando no se puedan cumplir otros requisitos) se deberá utilizar la aproximación en circuito.

##### 5.2.2 Aproximación directa

5.2.2.1 Este párrafo contiene los criterios de alineación para aproximaciones que no son de precisión. Los criterios de alineación para otras aproximaciones distintas a las que no son de precisión se encuentran en las secciones correspondientes.

5.2.2.2 *Aproximación final con derrota que no corta la prolongación del eje de la pista.* También se puede establecer una aproximación final que no corta la prolongación del eje de la pista ( $\theta$  igual o menor que  $5^\circ$ ), siempre que la derrota se encuentre a una distancia lateral de menos de 150 m de la prolongación del eje de la pista y a una distancia de 1 400 m fuera del umbral de la pista (véase la Figura I-4-5-1).

5.2.2.3 *Aproximación final con derrota que corta la prolongación del eje de pista.*

5.2.2.3.1 *Ángulo máximo.* Para una aproximación directa, el ángulo formado por la derrota de aproximación final y el eje de la pista no deberá exceder de:

- a)  $30^\circ$  para procedimientos limitados a aeronaves Cat A y B ; y
- b)  $15^\circ$  para aeronaves de cualquier otra categoría.

5.2.2.3.2 *Distancia mínima.* La distancia entre el umbral de la pista y el punto en el que la derrota de aproximación final corta el eje de la pista no deberá ser inferior a 1 400 m (véase la Figura I-4-5-1).

5.2.2.4 *Ángulo de la derrota de aproximación final para helicópteros.* En el caso de los helicópteros, la derrota de aproximación final deberá cortar el eje del área de aproximación final y de despegue (FATO) con un ángulo que no exceda de  $30^\circ$  y a una distancia que no sea inferior a 400 m medida desde la FATO. Cuando la derrota de aproximación final no corte el eje prolongado de la FATO, la derrota deberá encontrarse lateralmente a menos de 75 m y en un punto situado a 400 m de distancia de la FATO.

### 5.2.3 Aproximación en circuito

La aproximación en circuito comprende la fase de vuelo visual una vez completada la aproximación por instrumentos, a fin de situar una aeronave en posición para aterrizar en una pista que por razones operacionales no se encuentre en la ubicación adecuada para una aproximación directa. Además, cuando la alineación de la derrota de aproximación final o la pendiente de descenso no cumplan los criterios para efectuar un aterrizaje directo, sólo se autorizará una aproximación en circuito y la alineación de derrota igualmente debería realizarse hacia el centro del área de aterrizaje. Cuando sea necesario, la derrota de aproximación final puede alinearse para pasar por encima de cierta porción de la superficie de aterrizaje utilizable. En casos excepcionales, se podrá alinear más allá del límite del aeródromo, sin sobrepasar en ningún caso 1,9 km (1,0 NM) medidos desde la superficie útil para el aterrizaje (véase la Figura I-4-5-2).

## 5.3 PENDIENTE DE DESCENSO

### 5.3.1 Límites de pendiente/ángulo

5.3.1.1 *Pendiente/ángulo mínimo/óptimo de descenso.* La pendiente mínima/óptima de descenso es de 5,2% para el tramo de aproximación final de una aproximación que no es de precisión con FAF ( $3^\circ$  para una aproximación de precisión o una aproximación con guía vertical). No se deberían utilizar pendientes de descenso más pronunciadas que la de valor óptimo, salvo que ya se hayan intentado todos los otros medios de franqueamiento de obstáculos, puesto que pendientes de descenso más pronunciadas pueden suponer velocidades verticales de descenso que excedan los límites recomendados para algunas aeronaves en aproximación final.

5.3.1.2 *Pendiente/ángulo máximo de descenso.* Este párrafo proporciona orientación respecto a la pendiente/ángulo máximo de descenso que habrá de aplicarse para los procedimientos de aproximación. Cuando, debido a razones de franqueamiento de obstáculos, no se pueda llevar a cabo un procedimiento de aproximación que cumple el requisito de pendiente/ángulo máximo de descenso especificado en este párrafo, se considerarán primero otros tipos de

aproximación más avanzados que proporcionan guía vertical y pueden permitir que el descenso/ángulo permanezca dentro de los límites. Si esto no es factible por razones operacionales y se opta por un procedimiento de aproximación que excede la pendiente/ángulo máximo de descenso, el procedimiento de aproximación se someterá a un estudio aeronáutico y deberá obtener la aprobación especial de la autoridad nacional competente. Véase el Apéndice B de este capítulo para orientación sobre aproximaciones que no son de precisión con ángulo pronunciado. Véase el Apéndice B de la Parte II, Sección 1, Capítulo 1 para orientación sobre aproximaciones de precisión con ángulo pronunciado.

La pendiente/ángulo máximo de descenso es:

a) para procedimientos que no son de precisión con FAF:

6,5% para una aproximación que no es de precisión para aeronaves de Cat A y B;

6,1% para aeronaves de Cat C, D y E; y

10% para aeronaves de Cat H. Sin embargo, cuando exista una necesidad operacional y la magnitud del viraje en el FAF sea menor o igual a 30°, podrá autorizarse una pendiente de hasta 13,2% siempre que la velocidad de aproximación final esté restringida a un máximo de 130 km/h IAS (70 kt IAS), y siempre que la pendiente utilizada esté representada en las cartas de aproximación.

b) para aproximaciones que no son de precisión sin FAF, véase la Tabla I-4-5-2;

c) 3,5° para aproximaciones con guía vertical; y

d) para aproximaciones de precisión:

3,5° para una aproximación de precisión Cat I; y

3° para aproximaciones de precisión Cat II y III.

### 5.3.2 Determinación de la pendiente de descenso para aproximaciones que no son de precisión con FAF

La pendiente de descenso ( $g$ ) para una aproximación que no es de precisión con FAF se calcula por medio de la ecuación:  $g = h/d$ . Los valores de  $h$  y  $d$  se definen a continuación:

a) para una aproximación directa utilizar:

$d$  = distancia horizontal desde el FAF hasta el umbral (Cat H, LDAH); y

$h$  = distancia vertical entre la altitud/altura por encima del FAF y la elevación de 15 m (50 ft) [Cat H, 10,7 m (35 ft) por encima del umbral];

b) para una aproximación en circuito utilizar:

$d$  = distancia desde el FAF hasta la primera porción utilizable de la superficie de aterrizaje; y

$h$  = distancia vertical entre la altitud/altura por encima del FAF y la OCA/H en el circuito;

c) para una aproximación en la que se emplea un punto de referencia de escalón de descenso (SDF) en el tramo final, se calculan dos pendientes de descenso ( $g_1$  y  $g_2$ ):

- 1) para calcular la pendiente ( $g_1$ ) entre el FAF y el punto de referencia de escalón de descenso:

$d_1$  = distancia horizontal desde el FAF hasta el SDF; y

$h_1$  = distancia vertical entre la altura del FAF y la altura del SDF;

- 2) para calcular la pendiente ( $g_2$ ) entre el punto de referencia de escalón de descenso y el umbral de la pista de aproximación:

$d_2$  = distancia horizontal desde el SDF hasta el umbral; y

$h_2$  = distancia vertical entre la altitud/altura en el SDF y la elevación de 15 m (50 ft) [Cat H, 10,7 m (35 ft)] por encima del umbral.

Para pistas cortas (número de clave 1 y 2) la altura por encima del umbral puede ser inferior 12 m (40 ft).

## 5.4 ALTITUD/ALTURA DE FRANQUEAMIENTO DE OBSTÁCULOS (OCA/H)

### 5.4.1 Generalidades

5.4.1.1 Este párrafo describe la aplicación de la OCA/H para diferentes tipos de aproximación y su relación con los mínimos de utilización de aeródromo. La OCA/H se basa en el franqueamiento de obstáculos por un margen mínimo especificado de franqueamiento de obstáculos (MOC). En algunos casos, se añade a los MOC un margen adicional, o se debería aplicar un límite inferior absoluto que tenga preponderancia sobre la OCA/H. Véase 5.4.5, “Ajustes de los MOC y la OCA/H”, y la Figura I-4-5-3 a) a c). La Tabla I-4-5-3 no es aplicable a procedimientos para helicópteros.

#### 5.4.1.2 *Procedimientos de aproximación de precisión/procedimientos de aproximación con guía vertical (APV)*

- a) *OCA/H*. En un procedimiento de aproximación de precisión (o APV), la OCA/H se define como la altitud/altura más baja a la que se puede iniciar una aproximación frustrada para satisfacer los criterios pertinentes de diseño de franqueamiento de obstáculos.
- b) *Datos de referencia*. La OCA tiene como referencia el nivel medio del mar (MSL). La OCH tiene como referencia la elevación del umbral de la pista en cuestión.

#### 5.4.1.3 *Procedimiento de aproximación que no es de precisión (directa)*

- a) *OCA/H*. En un procedimiento de aproximación que no es de precisión, la OCA/H se define como la altitud más baja, o alternatively la altura más baja, por debajo de la cual la aeronave no puede descender sin infringir los criterios pertinentes de franqueamiento de obstáculos.
- b) *Datos de referencia*. La OCA tiene como referencia el nivel medio del mar (MSL). La OCH tiene como referencia:
  - 1) elevación del aeródromo; o
  - 2) elevación del umbral de la pista cuando dicho umbral se encuentra a más de 2 m (7 ft) por debajo de la elevación del aeródromo.

#### 5.4.1.4 Procedimiento de maniobras visuales (en circuito)

- a) *OCA/H*. Igual que en el procedimiento de aproximación que no es de precisión.
- b) *Datos de referencia*. La OCA tiene como referencia el nivel medio del mar (MSL). La OCH tiene como referencia la elevación del aeródromo.

#### 5.4.1.5 Mínimos de utilización de aeródromos

La OCA/H es uno de los factores considerados al establecer los mínimos de utilización de aeródromos, de acuerdo con el Anexo 6. Véase la Figura I-4-5-3 a) a c).

### 5.4.2 OCA/H para aproximaciones de precisión y procedimientos de aproximación con guía vertical

La determinación de la OCA/H para aproximaciones de precisión y procedimientos de aproximación con guía vertical se describe en la Parte II, Sección 1 y en la Parte III, Sección 3, Capítulos 4 a 6.

### 5.4.3 OCA/H para aproximaciones que no son de precisión (directa)

#### 5.4.3.1 Aproximación directa alineada

La OCA/H para una aproximación directa que no es de precisión en que el ángulo entre la derrota y la prolongación del eje de la pista de aterrizaje no exceda de 5° deberá proporcionar el siguiente franqueamiento mínimo de obstáculos (MOC) por encima de los obstáculos situados en el área de aproximación final:

- a) 75 m (246 ft) con FAF; y
- b) 90 m (295 ft) sin FAF.

La OCA/H también deberá garantizar que se proporciona franqueamiento de obstáculos para la aproximación frustrada. Véase el Capítulo 6, “Tramo de aproximación frustrada”. No se deberá publicar ninguna OCA/H directa si no se cumplen los criterios relativos a alineación de aproximación final o pendiente de descenso. En este caso, sólo se publicará la OCA/H para circuito.

#### 5.4.3.2 Aproximación directa no alineada

Para una aproximación final en que la derrota corta la prolongación del eje de la pista, la OCA/H varía según el ángulo de interceptación. La OCH del procedimiento deberá ser igual o superior a los límites inferiores descritos en la Tabla I-4-5-3. Los cálculos utilizados para llegar a dichos valores se recogen en el Apéndice A de este capítulo. Para pendientes de descenso nominales superiores al 5,2%, increméntese en un 18% los límites inferiores de la tabla para cada punto porcentual de pendiente por encima del 5,2%.

### 5.4.4 OCA/H para maniobras visuales (en circuito)

La OCA/H para maniobras visuales (en circuito) deberá proporcionar el franqueamiento de obstáculos (MOC) mínimo por encima del obstáculo de mayor altura en el área de maniobras visuales (en circuito), como se describe en la Tabla I-4-7-3 del Capítulo 7. Asimismo, deberá:

- a) ser mayor que los límites inferiores (también descritos en la Tabla I-4-7-3); y

- b) no ser menor que los valores de OCA/H calculados para el procedimiento de aproximación por instrumentos que precede a las maniobras en circuito. Véase el Capítulo 7, “Área de maniobra de aproximación visual (en circuito)”.

No se facilitan procedimientos en circuito para helicópteros. Cuando una aproximación por instrumentos en helicóptero proceda a maniobras visuales, la OCH no deberá ser inferior a 75 m (246 ft). Véase el Capítulo 7.

### 5.4.5 Ajustes de los MOC y de la OCA/H

5.4.5.1 En ciertos casos, los MOC y/o la OCA/H deben incrementarse. Lo que puede suponer:

- a) un margen adicional añadido a los MOC;
- b) un incremento porcentual en la OCA/H; y
- c) la aplicación de un límite inferior (un valor mínimo) a la OCA/H; como se describe a continuación.

#### 5.4.5.2 Margen adicional aplicado a los MOC

5.4.5.2.1 *Áreas montañosas.* Ver 1.7, “Altitudes/Alturas incrementadas para áreas montañosas” en la Sección 2, Capítulo 1 como orientación para MOC incrementados en áreas montañosas.

5.4.5.2.2 Estos criterios solamente son aplicables para procedimientos de aproximación que no son de precisión.

#### 5.4.5.3 Incremento porcentual de la OCA/H

5.4.5.3.1 *Reglaje del altímetro a distancia.* Cuando el reglaje del altímetro proceda de una fuente ajena al aeródromo, y a más de 9 km (5 NM) de distancia del umbral, la OCA/H deberá incrementarse en 0,8 m por cada kilómetro que exceda los 9 km (5 ft para cada milla marina que exceda las 5 NM) o en un valor mayor si así lo establece la autoridad local competente. En áreas montañosas o en aquellas otras en las que no siempre se puede esperar tiempo razonablemente estable, *no* se debería facilitar un procedimiento basado en reglaje del altímetro a distancia. Siempre que la fuente de reglaje del altímetro se encuentre a más de 9 km (5 NM) de distancia del umbral, en la carta de aproximación por instrumentos se debería incluir una nota de precaución identificando la fuente de reglaje del altímetro.

#### 5.4.5.3.2 Fuente de reglaje del altímetro a distancia (RASS) en zonas montañosas

- a) La utilización de la RASS en áreas montañosas requiere efectuar cálculos adicionales para determinar correctamente la OCA/H. El cálculo utiliza la fórmula

$$\text{OCA/H} = 2,3x + 0,14z \text{ (ajena al SI)}$$

$$\text{OCA/H} = 0,4x + 0,14z \text{ (SI)}$$

siendo: OCA/H el valor de altitud/altura (m/ft) incrementado por la RASS;

x la distancia desde la RASS al área de aterrizaje (km/NM); y

z la diferencia de elevación entre la RASS y el área de aterrizaje (m/ft).



Estas fórmulas se emplean cuando ningún terreno interpuesto influye negativamente en los patrones de presión atmosférica. La utilización de estos criterios se limita a una distancia máxima de 138 km (75 NM) lateralmente o a un diferencial de elevación de 1 770 m (6 000 ft) entre la RASS y el área de aterrizaje. En la Figura I-4-5-4 se muestra un ejemplo de cálculo en millas marinas y en pies.

- b) Cuando se den patrones de presión atmosférica en los que influye negativamente el terreno interpuesto, la OCA/H deberá evaluarse en un área de elevación diferencial (EDA). La EDA se define como el área dentro de 9 km (5 NM) a cada lado de la línea de unión entre la RASS y el área de aterrizaje, incluyendo un área circular de 9 km (5 NM) de radio a cada extremo de la línea. En este caso,  $z$  es la diferencia de elevación del terreno (m/ft) entre los puntos de máxima y de mínima elevación del terreno que contiene la EDA. En la Figura I-4-5-5 se muestra un ejemplo de cálculo en millas marinas y en pies.

#### 5.4.5.4 Límite inferior (un valor mínimo) aplicable a la OCA/H

- a) *Reglaje del altímetro por pronóstico.* Cuando el reglaje del altímetro que se debe utilizar con los procedimientos sea un valor pronosticado por la oficina meteorológica competente, la OCA/H deberá incrementarse en un valor que corresponde a la tolerancia del pronóstico para la localidad, según lo acuerde la oficina meteorológica para los periodos de tiempo de que se trate. Aquellos procedimientos que requieran la utilización de reglajes del altímetro por pronóstico, serán objeto de una anotación apropiada en las cartas de aproximación.
- b) *Derrota de aproximación final que intersecta la prolongación del eje de la pista en un ángulo de entre 5° y 30°.* Cuando la derrota de aproximación final intersecta la prolongación del eje de la pista en ángulo de entre 5° y 30° se aplica un límite inferior a la OCA/H (5.4.3.2, “Aproximación directa no alineada”).
- c) *Derrota de aproximación final que intersecta la prolongación del eje de la pista en un ángulo de más de 30° o con pendiente de descenso que excede de 6,5%.* Cuando la derrota de aproximación final corta la prolongación del eje de la pista de aterrizaje en un ángulo de más de 30° o cuando la pendiente de descenso excede de 6,5%, la OCA/H para maniobras visuales (en circuito) pasa a ser el límite inferior y se aplica al procedimiento de aproximación.
- d) *Maniobras visuales (en circuito).* Para el caso de maniobras visuales (en circuito) se aplica un límite inferior que consiste en la OCA/H para el procedimiento asociado de aproximación por instrumentos [Véase 5.4.4, “OCA/H para maniobras visuales (en circuito)”].

### 5.4.6 Protección para el tramo visual del procedimiento de aproximación

5.4.6.1 Todos los nuevos procedimientos de aproximación directa por instrumentos publicados el 15 de marzo de 2007 o después de esa fecha deberán estar protegidos respecto a obstáculos en el tramo visual. Con esta finalidad, ningún obstáculo, excepto con sujeción a 5.4.6.4, penetrará lateralmente en una superficie del tramo visual (VSS), que se determina como sigue:

- a) para los procedimientos con localizador o con guía lateral equivalente a la del localizador (aproximaciones LOC únicamente, APV I, APV II y PA) cuando la derrota de aproximación final está alineada con el eje de la pista, con una anchura de base igual a la superficie interna de aproximación como está definida en el Anexo 14, comienza 60 m antes del umbral de la pista, extendiéndose paralela a la prolongación del eje de la pista, y termina en el punto en que la altura de la superficie alcanza la OCH [véase la Figura I-4-5-7 a)]; y
- b) para todos los procedimientos de aproximación directa por instrumentos:
  - 1) una anchura de base de 300 m (150 m a cada lado de la prolongación del eje de la pista) para una pista de número de clave 3 y 4 y 150 m (75 m a cada lado de la prolongación del eje de la pista); cuando el número de clave es 1 y 2, comienza 60 m antes del umbral de la pista, ensanchándose el 15% a cada lado de la prolongación del eje de la pista, y terminándose en el punto en que la altura de la superficie alcanza la OCH [véase la Figura I-4-5-7-b)];

- 2) cuando el rumbo de la aproximación final está desplazado e intersecta la prolongación del eje de la pista, el ensanchamiento del lado más cercano al rumbo de la aproximación final se aumenta por el ángulo de desplazamiento (véase la Figura I-4-5-8); y
- 3) cuando el rumbo de la aproximación final está desplazado pero no intersecta la prolongación del eje de la pista, el ensanchamiento más cercano al rumbo de la aproximación final se aumenta en una cantidad igual al desplazamiento del rumbo de la aproximación final a 1 400 m del umbral de la pista (véase la Figura I-4-5-9).

5.4.6.2 En sentido vertical, la VSS comienza a la altura del umbral de la pista y tiene una pendiente de  $1,12^\circ$  menos que el ángulo del procedimiento de aproximación promulgado.

5.4.6.3 Los procedimientos de aproximación directa por instrumentos publicados antes del 15 de marzo de 2007 estarán protegidos en el tramo visual por medio de la VSS después de la revisión periódica del procedimiento, a más tardar para el 15 de marzo de 2012.

5.4.6.4 Si se penetra en la VSS, el procedimiento de aproximación no debería promulgarse sin un estudio aeronáutico. Las medidas de mitigación como resultado de ese estudio podrían resultar en un aumento de la pendiente/ángulo de descenso y/o en el desplazamiento del umbral de la pista. Los obstáculos de una altura inferior a 15 m por encima del umbral podrían no tenerse en cuenta cuando se evalúa la VSS. Los obstáculos móviles temporarios, tales como aeronaves en espera en el punto de espera de la pista están permitidos.

## 5.5 PROMULGACIÓN

5.5.1 *Pendientes/ángulos de descenso para cartas.* Las pendientes/los ángulos de descenso para cartas se promulgarán a la décima de punto porcentual/grado inmediata. Las pendientes/los ángulos de descenso comenzarán en un punto situado a 15 m (50 ft) por encima del umbral de la pista de aterrizaje. Para aproximaciones de precisión podrán considerarse diferentes puntos de comienzo (véase RDH en los capítulos específicos). Para las aproximaciones que no son de precisión en pistas cortas (de número de clave 1 y 2) la altura por encima del umbral puede ser de 12 m (40 ft) como mínimo. La curvatura terrestre no se considera a efectos de determinar la pendiente/ángulo de descenso.

5.5.2 *Ángulos de descenso para codificación de bases de datos.* El párrafo 5.5.1 se aplica con la excepción de que los ángulos de descenso deberán publicarse a la centésima de grado inmediata.

5.5.3 *Altitud del FAF-altitud/altura de procedimiento.* La trayectoria de descenso alcanza cierta altitud en el FAF. Para evitar pasarse de la trayectoria de descenso, la altitud/altura de procedimiento del FAF publicada deberá ser 15 m (50 ft) inferior a dicha altitud. La altitud/altura de procedimiento no deberá ser inferior a la OCA/H del tramo precedente al tramo de aproximación final. Véase la Figura I-4-5-6.

5.5.4 Tanto la altitud/altura de procedimiento como la altitud mínima para el franqueamiento de obstáculos deberán estar publicadas. En ningún caso, la altitud/altura de procedimiento será inferior a la altitud mínima para el franqueamiento de obstáculos.

5.5.5 La trayectoria de descenso estabilizado de diseño deberá franquear la altitud mínima para el franqueamiento de obstáculos del punto de referencia de escalón de descenso, lo que podrá lograrse incrementando la pendiente de descenso mediante:

- a) el aumento de la altitud/altura de procedimiento en el FAF; o, si a) no fuera posible,
- b) el desplazamiento del FAF hacia el umbral de aterrizaje.

5.5.6 *Publicación de la OCA/H.* Deberán publicarse una OCA y/o una OAC/H para cada aproximación por instrumentos y cada procedimiento en circuito. Para procedimientos de aproximación que no son de precisión cada valor estará expresado en incrementos de 5 m o 10 ft redondeado al alza según proceda.

**Tabla I-4-5-1. Longitud mínima del tramo de aproximación final**

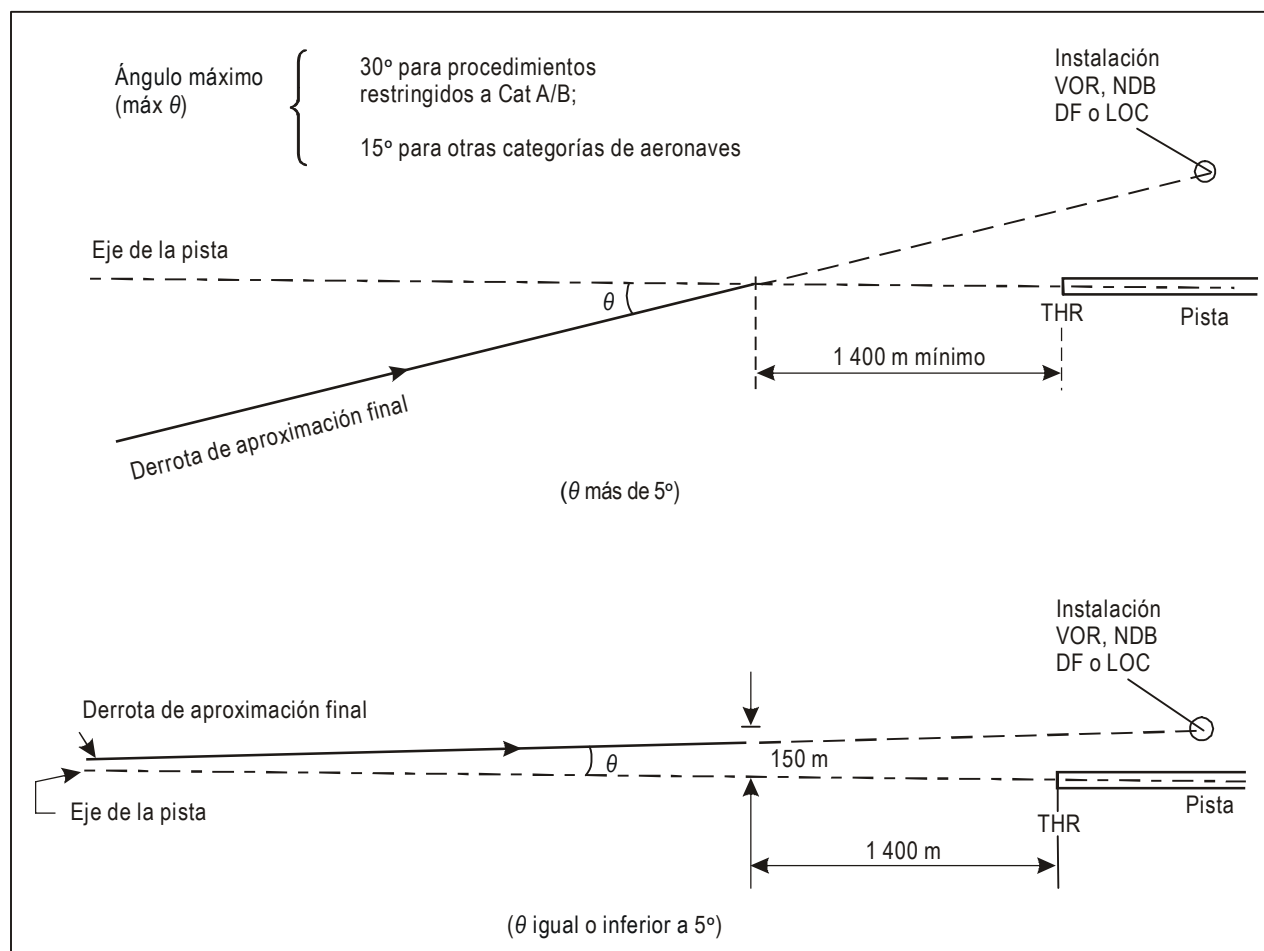
Categoría de aeronave	Magnitud del viraje por encima del FAF			
	10° o menos	20°	30°	60°
D y DL	5,6 km (3,0 NM)	5,6 km (3,0 NM)	6,5 km (3,5 NM)	
E	5,6 km (3,0 NM)	6,5 km (3,5 NM)	7,4 km (4,0 NM)	
H	1,9 km (1,0 NM)	2,8 km (1,5 NM)	3,7 km (2,0 NM)	5,6 km (3,0 NM)
Los valores que figuran en esta tabla se pueden interpolar. Si se requieren virajes de más de 30° (Cat H, 60°) o si las longitudes mínimas especificadas en la tabla no están disponibles para el procedimiento, los mínimos de aproximación directa no están autorizados y sólo deberían publicarse los de circuitos OCA/H.				

**Tabla I-4-5-2. Velocidad vertical de descenso en el tramo de aproximación final de un procedimiento que no es de precisión y sin FAF**

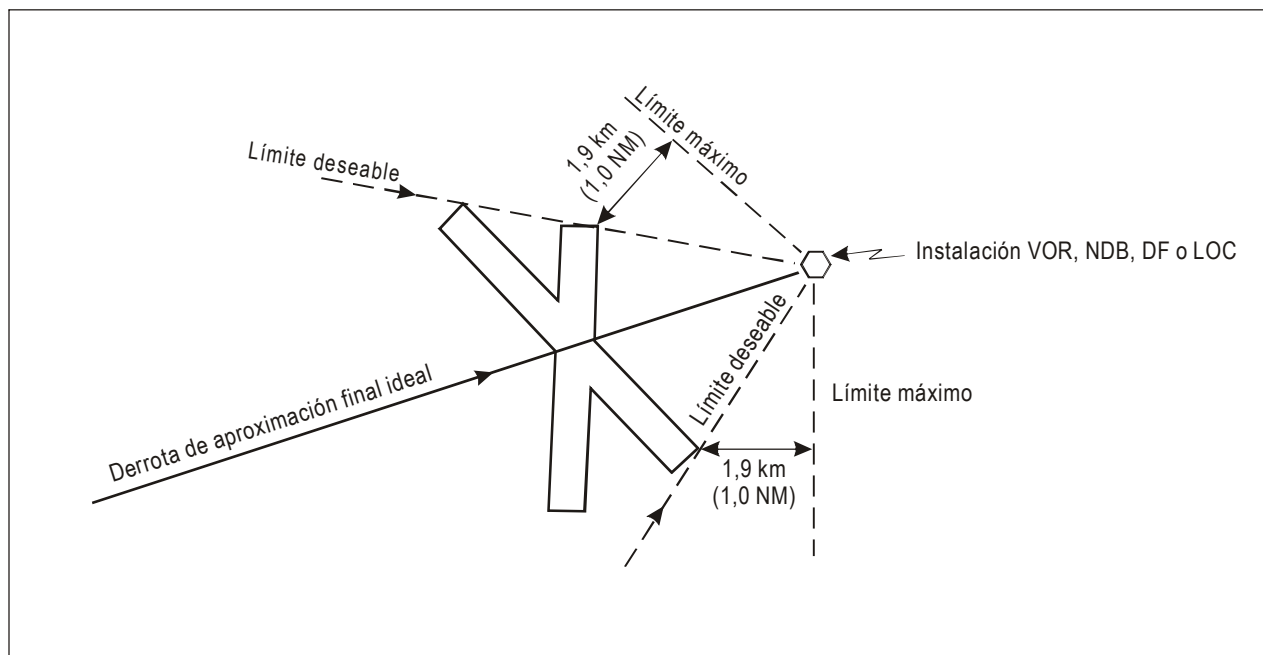
Categorías de aeronaves	Velocidad vertical de descenso	
	Máxima	Mínima
Cat A/B	200 m/min (655 ft/min)	120 m/min (394 ft/min)
Cat H	230 m/min (755 ft/min)	N/A
Cat C/D/E	305 m/min (1 000 ft/min)	180 m/min (590 ft/min)

**Tabla I-4-5-3. Límite inferior en OCH**

Categoría de aeronaves	Límite inferior en OCH [m (ft)]	
	5° < θ ≤ 15°	15° < θ ≤ 30°
A	105 (340)	115 (380)
B	115 (380)	125 (410)
C	125 (410)	
D	130 (430)	
E	145 (480)	

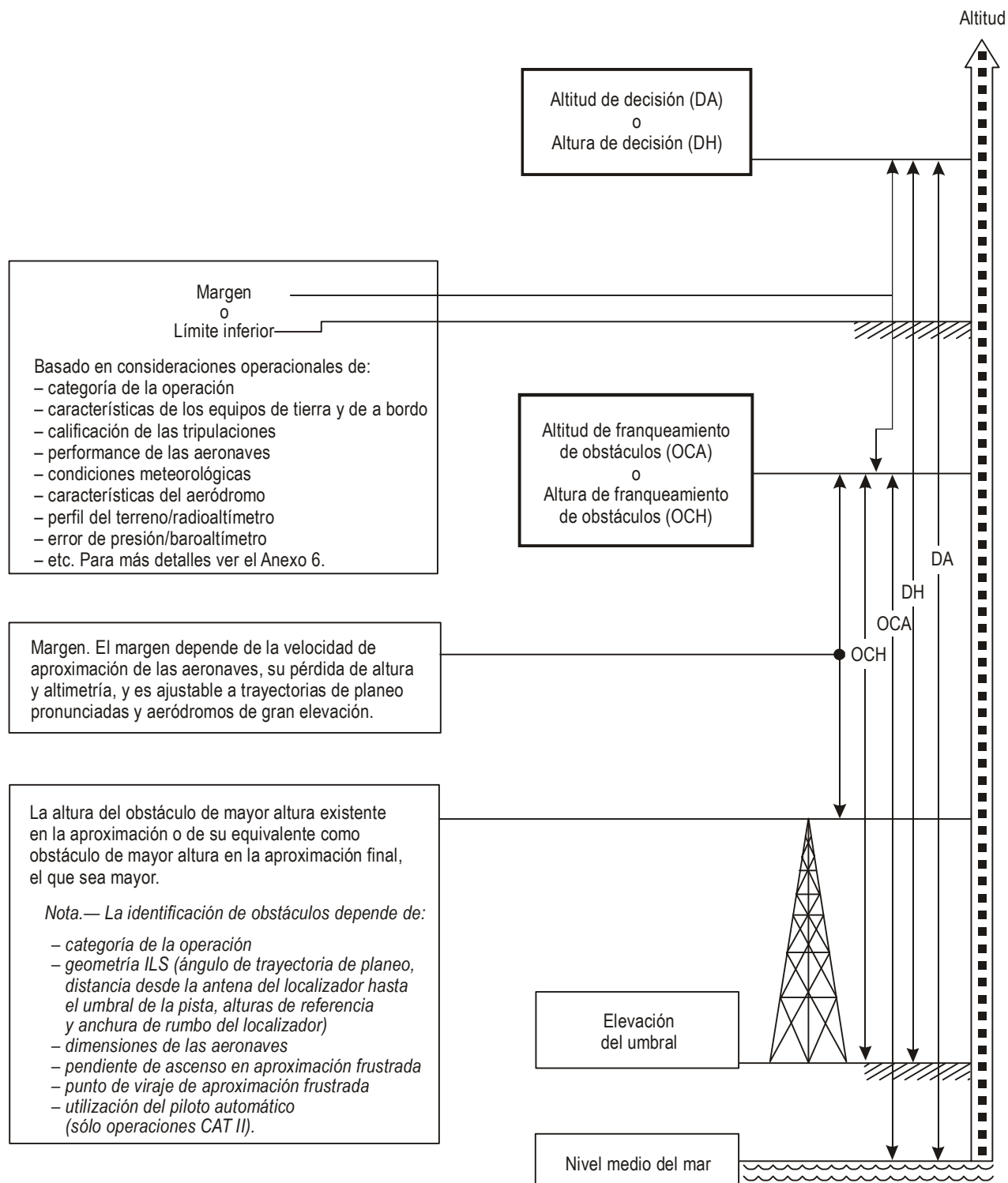


**Figura I-4-5-1. Alineación para aproximación final directa**



**Figura I-4-5-2. Alineación para aproximación final en circuito**

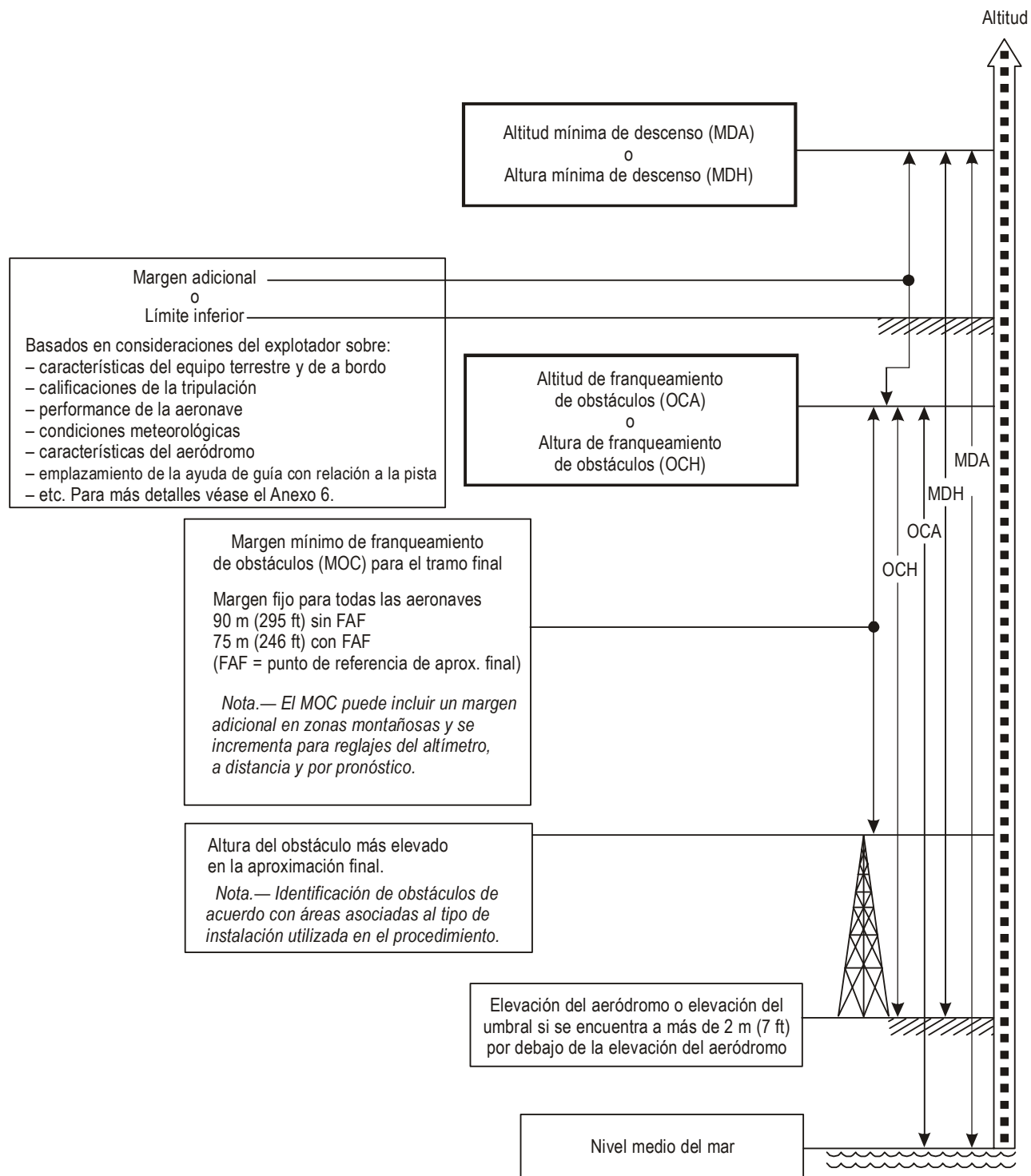
## APROXIMACIÓN DE PRECISIÓN



**Figura I-4-5-3 a). Relación entre la altitud/altura (OCA/H) de franqueamiento de obstáculos y la altitud/altura (DA/H) de decisión para aproximaciones de precisión**

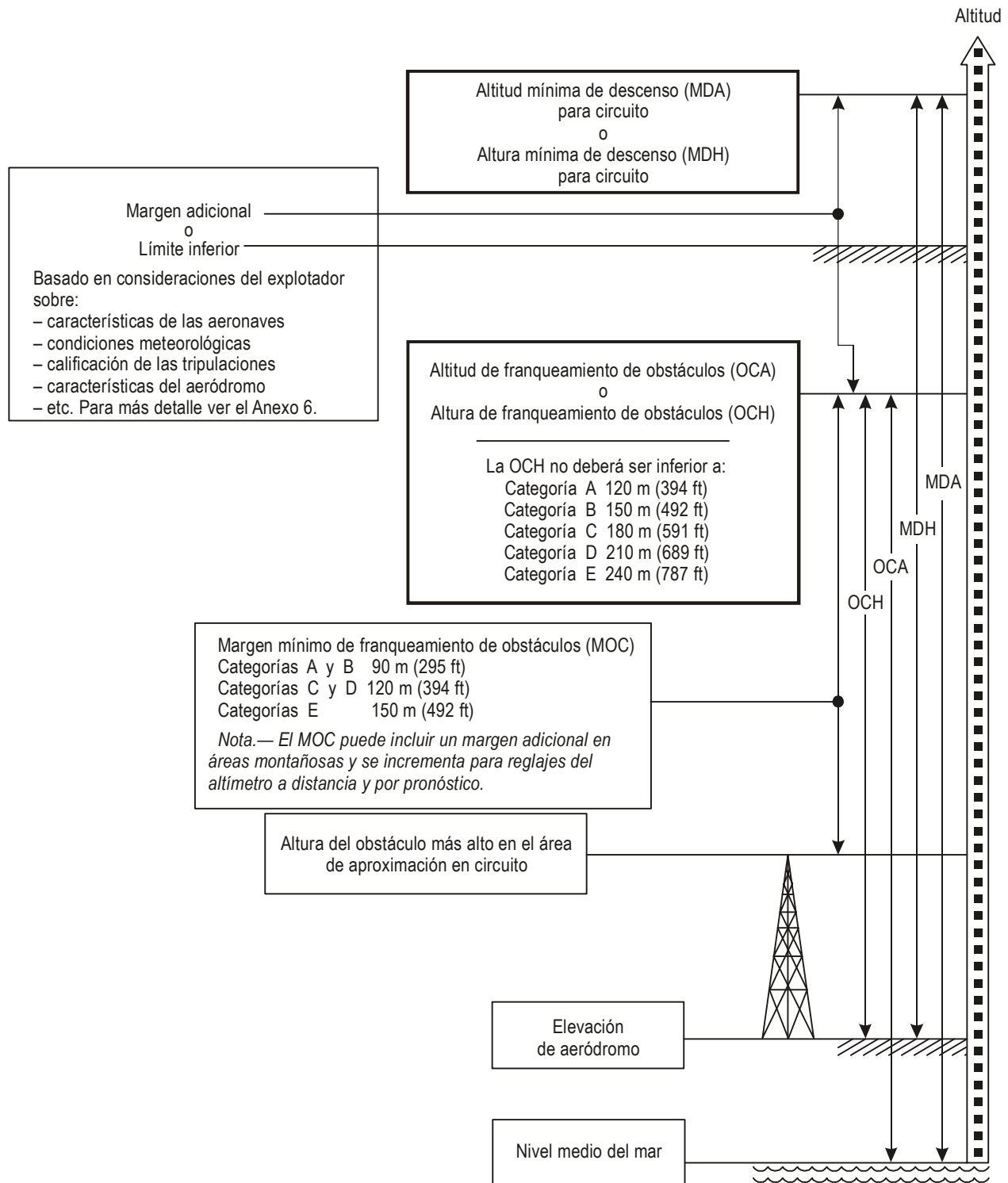
Esta Figura no se aplica a la Categoría H. Véase la Sección 4, Capítulo 7.

## APROXIMACIÓN QUE NO ES DE PRECISIÓN



**Figura I-4-5-3 b). Relación entre la altitud/altura de franqueamiento de obstáculos (OCA/H) y la altitud/altura mínima de descenso (MDA/H) para las aproximaciones que no son de precisión (ejemplo con un obstáculo determinante en la aproximación final)**

## MANIOBRAS DE APROXIMACIÓN VISUAL (EN CIRCUITO)



**Figura I-4-5-3 c). Relación entre la altitud/altura (OCA/H) de franqueamiento de obstáculos y la altitud/altura (MDA/H) mínima de descenso para maniobras visuales (en circuito)**



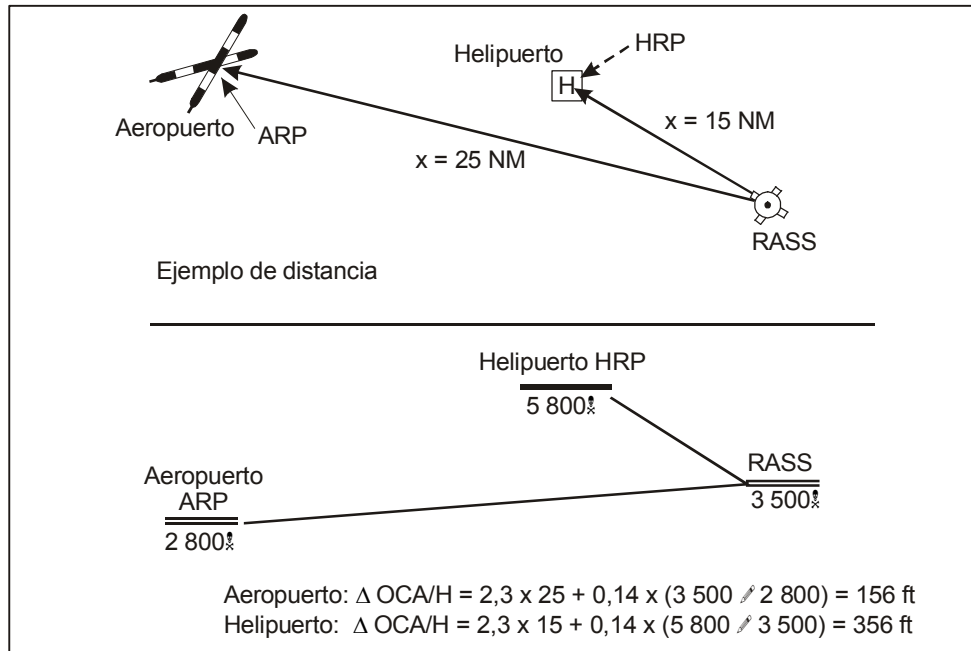


Figura I-4-5-4. Fuente de reglaje del altímetro a distancia (RASS) en zonas montañosas

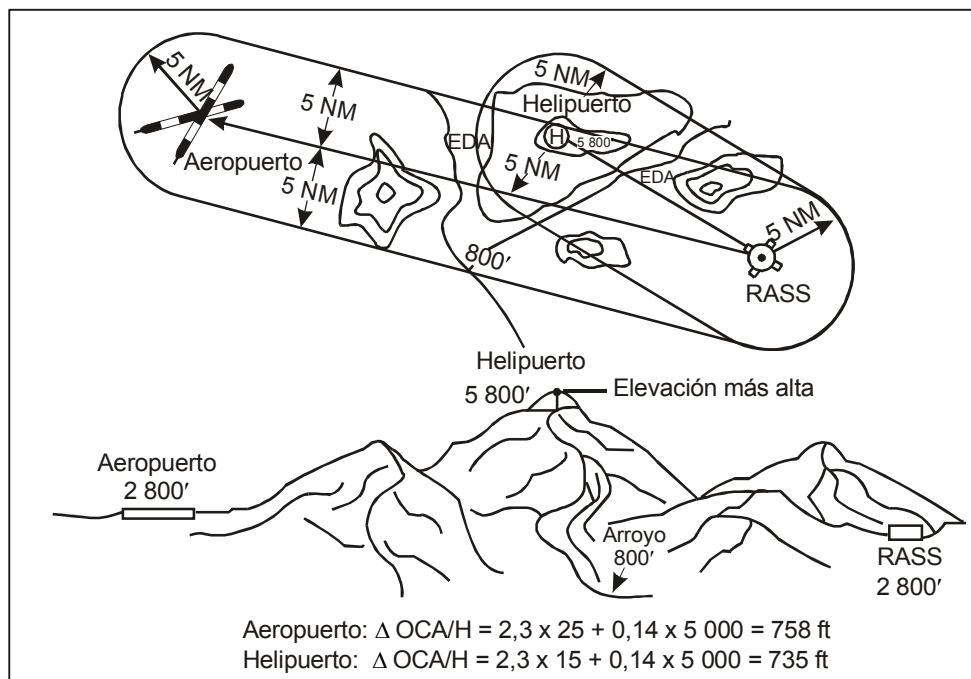
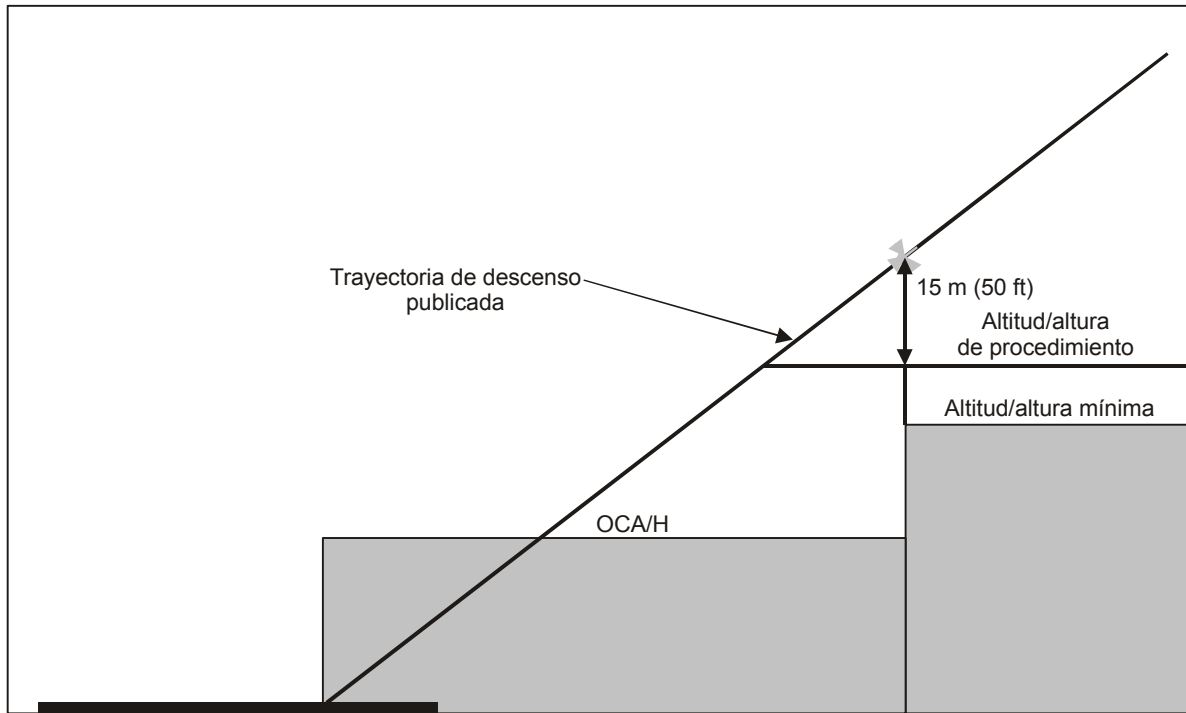
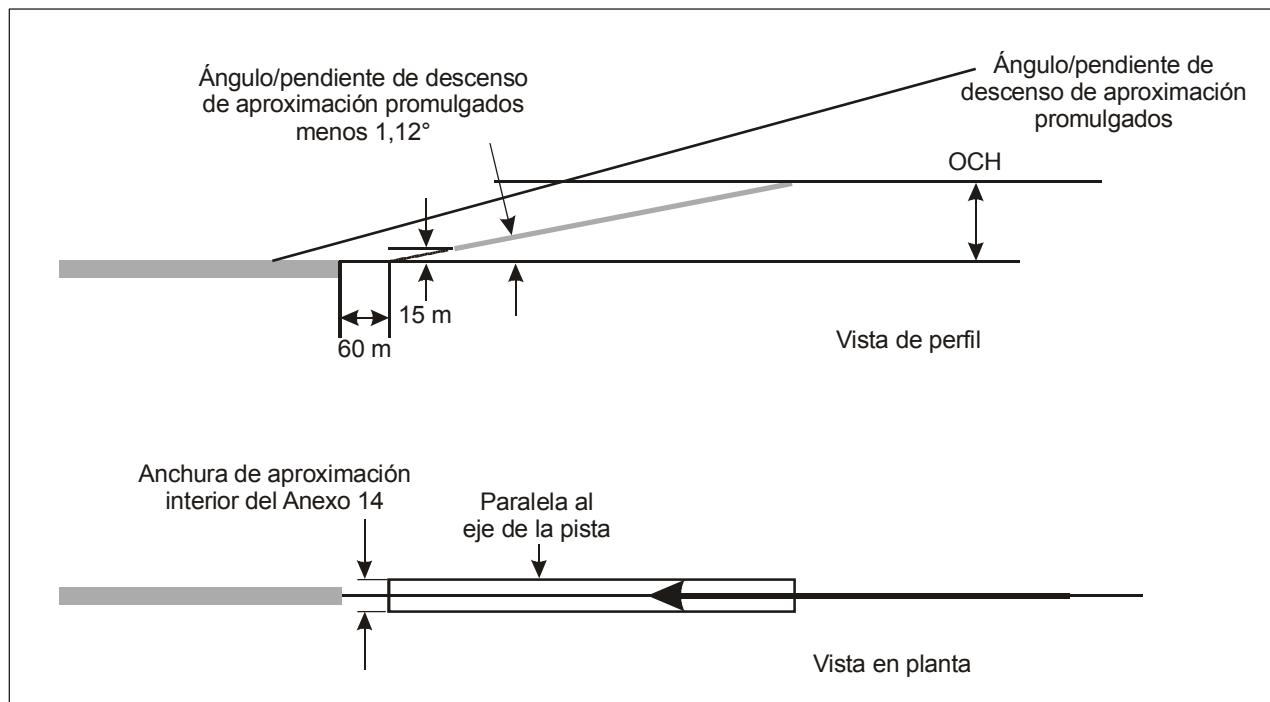


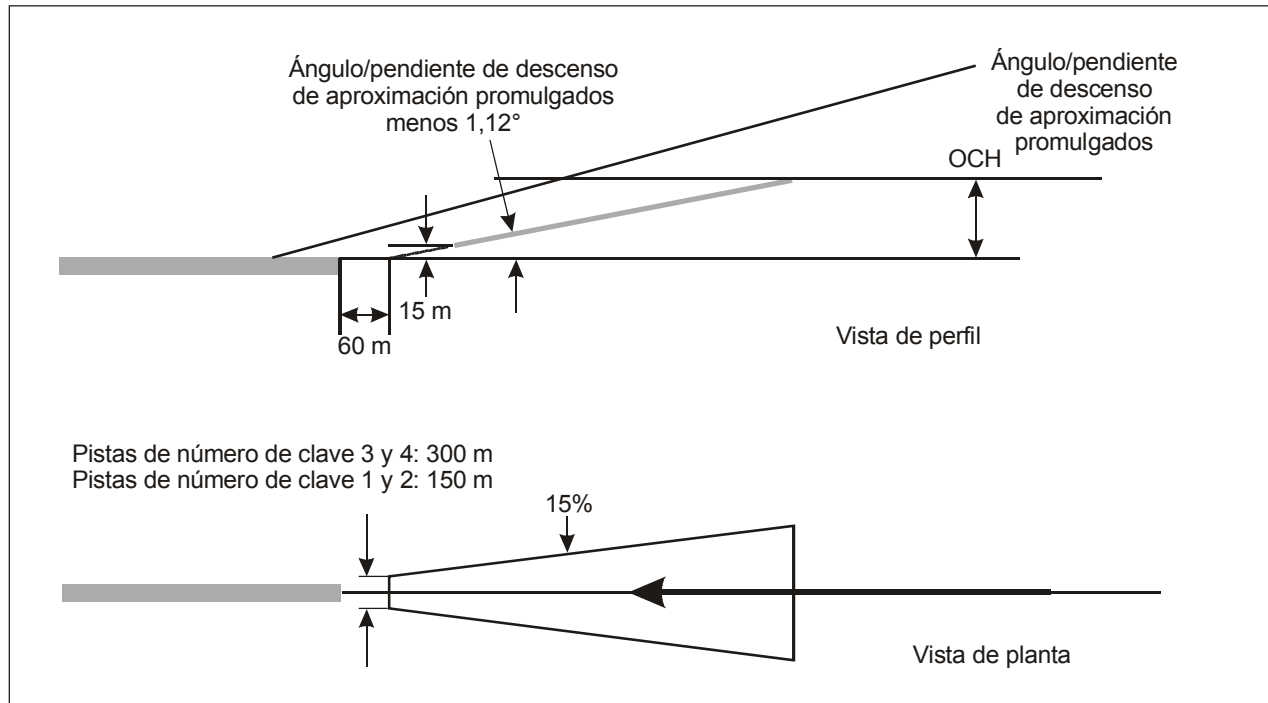
Figura I-4-5-5. Área de elevación diferencial (EDA)



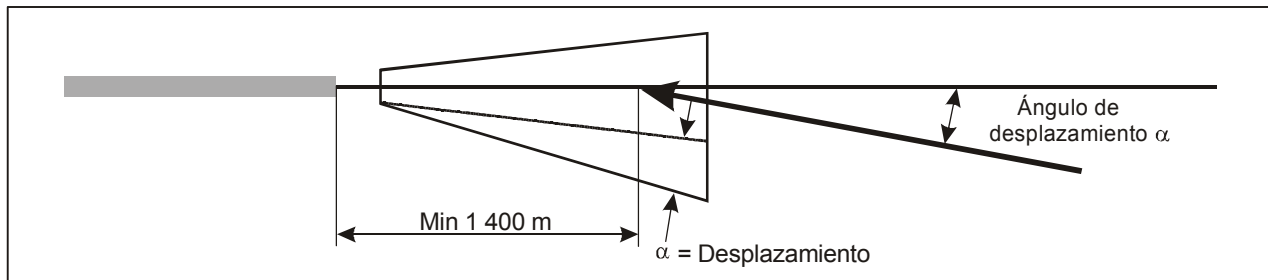
**Figura I-4-5-6. Trayectoria de descenso y altitud de procedimiento**



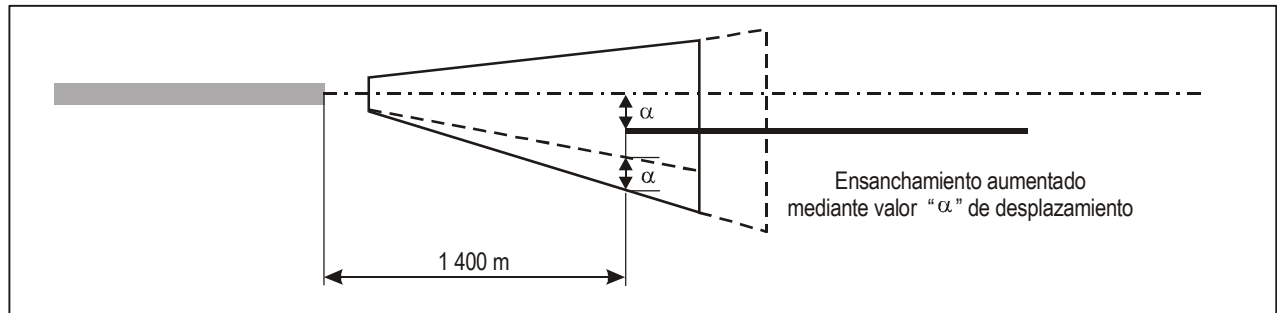
**Figura I-4-5-7-a). Superficie de tramo visual alineada con el eje de la pista para procedimientos con localizador o con guía lateral equivalente a la del localizador**



**Figura I-4-5-7-b). Superficie de tramo visual para otros procedimientos de aproximación directa normal**



**Figura I-4-5-8. Vista en planta de superficie de tramo visual para aproximación final desplazada que cruza el eje de la pista**



**Figura I-4-5-9. Vista en planta de superficie de tramo visual para aproximación final desplazada paralela al eje de la pista**

-----

## Apéndice A del Capítulo 5

### CÁLCULOS DE LA OCA/H EN APROXIMACIONES DIRECTAS NO ALINEADAS

Los valores de la Tabla I-4-5-2 en el Capítulo 5 se basan en los siguientes cálculos:

OCH mínima = 15 m + distancia total  $\times$  pendiente de descenso

Distancia total =  $d_{\text{intercept}} + d_{\text{Add}} + d_{\text{Turn}}$

siendo:

Distancia de interceptación mínima ( $d_{\text{intercept}}$ ) = 1 400 m

Distancia adicional de tiempo de vuelo ( $d_{\text{Add}}$ ) =  $TAS_{\text{Cat}} \times 5/3 600$

$TAS_{\text{Cat}}$  = TAS correspondiente a la IAS máxima de aproximación final para cada categoría de aeronaves + 19 km/h (10 kt) de viento en cola y considerando una elevación del aeródromo de 600 m (2 000 ft).

Tiempo de vuelo adicional antes de cruzar el eje = 5 segundos

Distancia de viraje ( $d_{\text{Turn}}$ ) =  $r_{\text{Cat}} \times \tan(\theta_{\text{máx}}/2)$

$r_{\text{Cat}}$  = Radio de viraje calculado para  $TAS_{\text{Cat}}$

Ángulo máximo de viraje ( $\theta_{\text{máx}}$ ) = 15° (para  $5 < \theta \leq 15$ ) o 30° (para  $15 < \theta \leq 30$ )

-----



## **Apéndice B del Capítulo 5**

### **APROXIMACIONES QUE NO SON DE PRECISIÓN: APROXIMACIONES CON ÁNGULO PRONUNCIADO**

#### **1. INTRODUCCIÓN**

1.1 A raíz de los cambios en los criterios de los PANS-OPS (p. ej., la pendiente de descenso máxima cambió de 6,5% a 6,1% para las Cat C, D, E) algunos procedimientos de aproximación que no son de precisión existentes en aeródromos en un ambiente con muchos obstáculos no pueden ajustarse a las pendientes de descenso máximas del tramo final.

1.2 Los procedimientos de aproximación con ángulo pronunciado no cumplen los criterios de los PANS-OPS. Esos procedimientos no normalizados sólo deberían publicarse después de una cuidadosa consideración que incluya por lo menos un estudio aeronáutico y una aprobación especial de la autoridad competente del Estado. Estos procedimientos sólo deberían considerarse:

- a) si existe una necesidad operacional importante;
- b) para fines de franqueamiento de obstáculos y no como un medio para introducir procedimientos de atenuación del ruido; y
- c) si no es posible proporcionar guía vertical (p. ej., el procedimiento con localizador únicamente se usará cuando la pendiente de planeo de un procedimiento ILS no normalizado esté fuera de servicio).

#### **2. CONSIDERACIONES DE DISEÑO DE PROCEDIMIENTOS**

Las consideraciones de diseño de procedimientos deberían incluir, por lo menos:

- a) una adición a la OCA/H como una función de la pendiente de descenso; y
- b) una advertencia en la carta indicando que la pendiente de descenso no cumple los criterios de las normas.

El método que sigue, empleado por un Estado, se da a título de ejemplo:

- a) añadir 17 ft (Cat A, B) o 25 ft (Cat C, D, E) a la OCH por cada punto de porcentaje por encima del valor máximo de pendiente de descenso de la correspondiente categoría;
- b) escoger la mayor de:
  - 1) OCH obtenida en a);
  - 2) OCH del circuito asociado con la pista; y
- c) añadir una advertencia en la carta de aproximación: “pendiente de descenso de más de...”.

### 3. ESTUDIO AERONÁUTICO

El estudio aeronáutico requerido antes de la implantación de procedimientos de aproximación con ángulo pronunciado debería tener en cuenta todas las circunstancias que rodea la aproximación e identificar las evaluaciones de riesgos que se han considerado. En este estudio deberían considerarse, por lo menos, los siguientes aspectos:

- a) configuración de resistencia mínima al avance;
  - b) efecto de la cizalladura del viento; viento de cola máximo;
  - c) leyes de control;
  - d) características de manejo;
  - e) potencia mínima para antihielo;
  - f) modificaciones del GPWS;
  - g) uso del director de vuelo/piloto automático;
  - h) tiempo de calentamiento de motores;
  - i) aumento de  $V_{at}$  por razones de maniobrabilidad;
  - j) mínimas meteorológicas;
  - k) ayudas visuales;
  - l) calificaciones de la tripulación; y
  - m) requisitos de certificación de aeronaves.
-



## Capítulo 6

### TRAMO DE APROXIMACIÓN FRUSTRADA

#### 6.1 GENERALIDADES

##### 6.1.1 Requisitos

6.1.1.1 Se deberá establecer un procedimiento de aproximación frustrada para cada aproximación por instrumentos y se indicarán los puntos de inicio y fin del procedimiento. El procedimiento de aproximación frustrada comienza:

- a) a la altitud/altura de decisión (DA/H) en los procedimientos de aproximación de precisión o de aproximación con guía vertical (APV); o
- b) en el punto de aproximación frustrada (MAPt) en los procedimientos de aproximación que no son de precisión.

6.1.1.2 El procedimiento de aproximación frustrada finalizará a una altitud/altura suficiente para permitir:

- a) el inicio de otra aproximación; o
- b) el retorno a un circuito de espera designado; o
- c) la reanudación de un vuelo en ruta.

*Nota.— Este capítulo contiene los criterios generales aplicables a todos los tipos de procedimientos de aterrizaje por instrumentos, así como los criterios específicos para procedimientos que no son de precisión. Para más detalles sobre aproximaciones de precisión y aproximaciones con guía vertical, véanse los capítulos correspondientes.*

##### 6.1.2 Fases del tramo de aproximación frustrada

En principio, el tramo de aproximación frustrada comienza en el MAPt e incluye las tres fases siguientes (véase la Figura I-4-6-4):

- a) fase inicial — comienza en el MAPt anterior, y se extiende hasta el comienzo del ascenso (SOC);
- b) fase intermedia — se extiende desde el SOC hasta el punto donde por primera vez se obtiene — y se puede mantener — una altura de 50 m (164 ft) [Cat H, 40 m (132 ft)] para el franqueamiento de obstáculos; y
- c) fase final — se extiende hasta el punto donde comienza una nueva aproximación, un circuito de espera o un retorno a un vuelo en ruta. Durante esta fase se pueden realizar virajes.

### 6.1.3 Tipos de aproximación frustrada

Existen dos tipos de aproximación frustrada:

- a) aproximación frustrada en línea recta (incluye virajes menores o iguales a 15°); y
- b) aproximación frustrada con viraje.

### 6.1.4 Área de aproximación frustrada

El área considerada para la aproximación frustrada comenzará en la tolerancia del MAPt anterior, con una anchura igual a la del tramo de aproximación final en ese punto. La forma y el tamaño subsiguientes del área dependerán del procedimiento de aproximación frustrada, incluyendo el punto en que se inicie el viraje, cuando proceda, y la amplitud del mismo.

### 6.1.5 Punto de aproximación frustrada (MAPt)

6.1.5.1 *Generalidades.* Una aproximación frustrada comienza en el punto de aproximación frustrada (MAPt) y solo es aplicable a aproximaciones que no son de precisión. Para aproximaciones que no son de precisión, el MAPt se definirá de la siguiente forma:

- a) *procedimientos sin un FAF* — una instalación de navegación o mediante un punto de referencia; y
- b) *procedimientos con un FAF* — el MAPt se definirá mediante uno de los tres casos siguientes:
  - 1) por cronometraje de la distancia desde el FAF nominal hasta el MAPt nominal, cuando el MAPt no está definido por una instalación de navegación o un punto de referencia; o
  - 2) por una instalación de navegación o un punto de referencia en el MAPt, en cuyo caso en el procedimiento se deberá incluir la anotación “cronometraje no autorizado para la definición del MAPt”; o
  - 3) tanto por el cronometraje de la distancia desde el FAF nominal hasta el MAPt nominal, como por una instalación de navegación o un punto de referencia en el punto de aproximación frustrada. En este caso se deberá publicar una sola OCA/H, que deberá ser la mayor entre la OCA/H para la distancia especificada y la OCA/H para una instalación de navegación o un punto de referencia.

6.1.5.2 *Ubicación del MAPt.* La ubicación óptima del MAPt es el umbral de la pista. Cuando sea necesario, el MAPt podrá ubicarse más cerca del FAF, siempre que la OCA/H no sea inferior a la altitud/altura en el MAPt en una pendiente de descenso nominal de 5,2% (3°) o a la pendiente de descenso promulgada, si es más pronunciada. Un incremento en la OCA/H puede ser necesario para cumplir esta condición.

6.1.5.3 *Determinación del MAPt anterior y del posterior para un MAPt determinado por la distancia.* Cuando el MAPt esté determinado por el cronometraje de la distancia desde el FAF, la tolerancia total del MAPt (Y) podrá determinarse tomando los valores de la Tabla I-4-6-1 y aplicándolos como se indica en la Figura I-4-6-3. En cuanto al método de cálculo perfeccionado, véase el apéndice de este capítulo.

### 6.1.6 Cálculo del comienzo del ascenso (SOC)

6.1.6.1 Existen dos métodos para calcular el SOC. El método utilizado depende de si:

- a) el MAPt está definido por una instalación de navegación o un punto de referencia; o
- b) el MAPt está definido por una distancia específica desde el FAF.

**6.1.6.2 Determinación del SOC con un MAPt definido por una instalación de navegación o un punto de referencia.** Cuando el MAPt esté definido por una instalación de navegación o un punto de referencia (véase la Figura I-4-6-1), el SOC se determina mediante la suma de:

- a) la tolerancia del MAPt; y
- b) la distancia de transición (X).

**6.1.6.2.1 Tolerancia del MAPt cuando el MAPt está definido por una instalación de navegación o un punto de referencia.** Cuando el MAPt está definido por una instalación de navegación o un punto de referencia (véase la Figura I-4-6-1), la tolerancia longitudinal del MAPt está definida por la suma de:

- a) la tolerancia total de la instalación de navegación/el punto de referencia; más
- b) una distancia (d), que permita un tiempo para la reacción del piloto. Este valor corresponde a 3 segundos de vuelo a la velocidad máxima de aproximación final para la categoría de aeronaves en cuestión, más un factor de viento de cola de 19 km/h (10 kt). En la Tabla I-4-6-3 figuran valores de ejemplo para cada categoría de aeronaves [calculados para una elevación de aeródromo de 600 m (2 000 ft)].

Si el MAPt está definido por el sobrevuelo de una instalación de navegación (VOR, NDB o radiobaliza de 75 MHz) la tolerancia del punto de referencia será 0 km (NM).

**6.1.6.2.2 Distancia de transición con un MAPt definido por una instalación de navegación o un punto de referencia.** La distancia de transición (X) con un MAPt definido por una instalación de navegación o un punto de referencia se basa en 15 segundos (Cat H, 5 segundos) de vuelo a una TAS basada en la velocidad de aproximación final más elevada para cada categoría de aeronaves (véanse las Tablas I-4-1-1 y I-4-1-2 del Capítulo 1), a la elevación del aeródromo y con una temperatura ISA + 15°C y un viento de cola de 19 km/h (10 kt). Estos valores se aplican como indica la Figura I-4-6-1.

**6.1.6.3 Determinación del SOC con un MAPt definido por una distancia desde el FAF (método simplificado).** Para determinar el SOC con un MAPt definido por una distancia desde el FAF, se puede utilizar un método simplificado como estimación para altitudes de hasta 4 000 m (13 000 ft), véase la Figura I-4-6-2. En este caso, el SOC estará determinado por la suma de:

- a) la distancia desde el FAF nominal hasta el MAPt nominal; más
- b) la distancia de transición (X).

**6.1.6.3.1 Distancia de transición con un MAPt definido por una distancia.** La distancia de transición con un MAPt definido por una distancia se basa en 15 segundos (Cat H, 5 segundos) de vuelo a la TAS adecuada, a la elevación del aeródromo y con una temperatura ISA + 15°C y un viento de cola de 19 km/h (10 kt). Véase la Tabla I 4-6-2 para el cálculo de la distancia de transición (X).

**6.1.6.4 Determinación del SOC con un MAPt definido por una distancia desde el FAF (método perfeccionado).** El método perfeccionado se utilizará para altitudes por encima de 4 000 m (13 000 ft), y podrá suponer una ventaja operacional en determinadas condiciones por debajo de 4 000 m (13 000 ft). Este método se muestra en el apéndice.

## 6.2 PENDIENTE DE ASCENSO Y MOC

### 6.2.1 Fase inicial

6.2.1.1 La fase inicial comienza en el punto de aproximación frustrada (MAPt) anterior y finaliza en el punto de comienzo del ascenso (SOC). Durante esta fase, la maniobra requiere la máxima concentración del piloto, especialmente al establecer el ascenso y los cambios en la configuración, y se supone que el equipo de guía no se utiliza durante dichas maniobras. Durante esta fase no se autoriza la realización de virajes.

6.2.1.2 *Pendiente de ascenso en la fase inicial.* En la fase inicial la derrota de vuelo es horizontal.

6.2.1.3 *Franqueamiento de obstáculos en la fase inicial.* En el área de aproximación frustrada inicial, el margen mínimo para el franqueamiento de obstáculos deberá ser el mismo que en la última parte del área de aproximación final, salvo cuando la prolongación de la superficie de aproximación frustrada intermedia de regreso al punto de aproximación frustrada requiera menos margen de franqueamiento (véanse la Figuras I-4-6-4 y I-4-6-5).

### 6.2.2 Fase intermedia

6.2.2.1 La fase intermedia comienza en el SOC. El ascenso continúa a velocidades estabilizadas hasta el primer punto en que se alcanzan, y se pueden mantener, 50 m (164 ft) [Cat H, 40 m (132 ft)] para franqueamiento de obstáculos. En la construcción de esta fase, se supone que se puede aprovechar la guía para la navegación. Durante la fase intermedia, la derrota de aproximación frustrada se puede modificar un máximo de 15° respecto a la de la fase inicial.

6.2.2.2 *Pendiente de ascenso en la fase intermedia.* La pendiente nominal de ascenso ( $\tan Z$ ) de la superficie de aproximación frustrada es de 2,5% (Cat H 4,2%). Podrá utilizarse una pendiente de 2% si se pueden garantizar la supervisión y protección necesarias. También podrán establecerse pendientes de ascenso adicionales del 3, 4 ó 5%. Dichas pendientes se podrán utilizar para aeronaves cuyas performances de ascenso permitan obtener las ventajas operacionales de las OCA/H más bajas asociadas con estas pendientes, con la aprobación de la autoridad competente.

*Nota.— En el caso de una aproximación que no sea de precisión, se podrán considerar valores intermedios (por ejemplo, del 3,4%) entre el 2% y el 5%.*

#### 6.2.2.3 *Franqueamiento de obstáculos en la fase intermedia*

6.2.2.3.1 En la fase intermedia de una aproximación frustrada, el margen mínimo para franqueamiento de obstáculos deberá ser 30 m (98 ft) en el área primaria, y en el área secundaria deberá ser 30 m (98 ft) en el borde interior, reduciéndose linealmente hasta cero en el borde exterior. Véase la Sección 2, Capítulo 1, 1.3, “Franqueamiento de obstáculos”.

6.2.2.3.2 La OCA/H para el 2,5% nominal se deberá publicar siempre en la carta de aproximación por instrumentos. Si se establecen pendientes adicionales en la construcción del procedimiento de aproximación frustrada, dichas pendientes y los valores de OCA/H asociados deberán publicarse como opciones alternativas.

*Nota.— El MOC se podrá obtener aumentando la OCA/H o mediante el ajuste longitudinal del MAPt, o mediante ambos procedimientos.*

### 6.2.3 Fase final

La fase final comienza en el punto en que por primera vez se pueden alcanzar, y mantener, 50 m (164 ft) [Cat H, 40 m (132 ft)] para franqueamiento de obstáculos y finaliza en el punto de inicio de una nueva aproximación, circuito de espera o retorno a un vuelo en ruta. Durante esta fase se pueden realizar virajes.

6.2.3.1 *Pendiente de ascenso en la fase final.* Se aplican los criterios establecidos para la fase intermedia.

6.2.3.2 *Franqueamiento de obstáculos en la fase final*

6.2.3.2.1 En la fase final de una aproximación frustrada en línea recta, el margen mínimo para franqueamiento de obstáculos deberá ser 50 m (164 ft) [Cat H, 40 m (132 ft)] en el área primaria, reduciéndose linealmente hasta cero en el borde exterior del área secundaria. Véase la Figura I-4-6-4.

6.2.3.2.2 En las aproximaciones frustradas con virajes se aplican criterios específicos para el MOC y para la disposición y extensión de las áreas secundarias (véase 6.4, “Aproximación frustrada con viraje”).

*Nota.— El MOC se podrá obtener aumentando la OCA/H o mediante el ajuste longitudinal del MAPt, o mediante ambos procedimientos. Además, definiendo un viraje, se podrá no tener en consideración los obstáculos.*

## 6.3 APROXIMACIÓN FRUSTRADA EN LÍNEA RECTA

6.3.1 Esta sección contiene los criterios para una aproximación frustrada en línea recta e incluye virajes menores o iguales a 15°.

### 6.3.2 Área de aproximación frustrada en línea recta

6.3.2.1 El área de aproximación frustrada en línea recta tiene en su origen una anchura igual a la del área de aproximación final en ese punto y posteriormente se ensancha formando un ángulo:

- a) determinado por la precisión de la ayuda para la navegación utilizada (10,3° para NDB, 7,8° para VOR) (véase la Figura I-4-6-6); o
- b) con una divergencia de 15° si no se dispone de referencias de una ayuda para la navegación.

6.3.2.2 El área se extiende una distancia suficiente para garantizar que una aeronave que efectúe una aproximación frustrada alcance una altitud en la que sea viable el franqueamiento de obstáculos en posteriores procedimientos (como vuelos en ruta o de espera). La fase inicial de la superficie de aproximación frustrada es horizontal, y se basa en la trayectoria de vuelo más baja prevista para la OCA/H. El comienzo del ascenso (SOC) para las fases intermedia y final comienza inmediatamente más allá de la distancia de transición (véase 6.1.6.2.2, “Distancia de transición con un MAPt definido por una instalación de navegación o un punto de referencia” y 6.1.6.3.1, “Distancia de transición con un MAPt definido por una distancia”). Las fases intermedia y final ascienden uniformemente con la pendiente de la superficie de aproximación frustrada, como se establece en 6.2, “Pendiente de ascenso y MOC”.

6.3.2.3 *Guía adicional de derrota.* Durante la construcción del procedimiento de aproximación frustrada puede resultar operacionalmente ventajoso utilizar instalaciones adecuadamente situadas para reducir las dimensiones de la fase final. En este caso, los límites de la fase final continúan hasta su intersección con los límites correspondientes de la instalación facilitada:

- a) para un VOR  $\pm 1,9$  km ( $\pm 1,0$  NM) con un ensanchamiento (hacia el MAPt) de  $7,8^\circ$ ; y
- b) para un NDB  $\pm 2,3$  km ( $\pm 1,25$  NM) con un ensanchamiento de  $10,3^\circ$ .

Las Figuras I-4-6-7 y I-4-6-8 muestran áreas de aproximación frustrada con y sin guía de derrota adicional.

**6.3.2.4 Guía continua de derrota.** Cuando la guía de derrota para aproximación frustrada es una continuación de la guía desde la instalación utilizada en aproximación final, el área de aproximación frustrada es una continuación del área (o de las áreas) definida(s) por dicha instalación. Véase la Figura I-4-6-9.

### 6.3.3 Áreas primaria y secundaria

Se aplican los criterios generales.

### 6.3.4 Alineación

Siempre que sea posible, la derrota de aproximación frustrada deberá ser una continuación de la derrota de aproximación final. Están autorizadas las aproximaciones frustradas que impliquen la realización de virajes (véase 6.4, “Aproximación frustrada con virajes”), pero solo deberán emplearse cuando resulte operacionalmente ventajoso.

### 6.3.5 Franqueamiento de obstáculos para una aproximación frustrada en línea recta

Se aplican los criterios generales recogidos en 6.2, “Pendiente de ascenso y MOC”.

## 6.4 APROXIMACIÓN FRUSTRADA CON VIRAJE

**6.4.1** Esta sección contiene los criterios para una aproximación frustrada con viraje, para virajes de más de  $15^\circ$ . Para virajes inferiores o iguales a  $15^\circ$ , se aplicarán los criterios para aproximación frustrada en línea recta. Véase previamente 6.3, “Aproximación frustrada en línea recta”. Los virajes podrán definirse según se efectúen:

- a) a una altitud/altura dada;
- b) en un punto de referencia o una instalación; o
- c) en el MAPt.

### 6.4.2 Generalidades

Si se especifica el viraje desde la derrota de aproximación final, se deberán construir las áreas de viraje de aproximación frustrada. Los criterios anteriores de 6.3, “Aproximación frustrada en línea recta” permanecerán en vigor mientras lo estén:

- a) el punto de viraje (TP) para virajes especificados mediante una altitud/altura dada (véase 6.4.5, “Viraje iniciado a una altitud/altura designada”); y
- b) el TP anterior para virajes en un TP designado (véase 6.4.6, “Viraje iniciado en un punto de viraje designado”). Para lograr las OCA/H mínimas podrá ser necesario ajustar la altitud de viraje o el punto de viraje (TP) designados. Es tal el número de variables que podría ser necesario un proceso de experimentación.

*Nota.— Todos los cálculos de este capítulo están hechos para una pendiente nominal de 2,5%. Véase 6.2.2 para utilizar otras pendientes distintas a la de 2,5%.*

### 6.4.3 Parámetros de viraje

Esta sección muestra los parámetros en los que están basadas las áreas de viraje, junto con las variables que los representan en los gráficos.

- a) *Altitud*: Altitud del aeródromo más 300 m (1 000 ft) o la altitud de viraje establecida.
- b) *Temperatura*: ISA + 15°C que corresponde a lo indicado en a).
- c) *Velocidad indicada (IAS)*: La velocidad para aproximación frustrada final figura en las Tablas I-4-1-1 y I-4-1-2 del Capítulo 1. No obstante, cuando sea necesario por razones operacionales y para evitar obstáculos, se podrá utilizar una velocidad reducida tan baja como la IAS para aproximación frustrada intermedia, siempre que en el procedimiento se anote “Viraje de aproximación frustrada limitado a una IAS máxima de \_\_\_\_\_ km/h (kt).”
- d) *Velocidad verdadera*: La anterior IAS de c) ajustada según la altitud a) y la temperatura b).
- e) *Viento*: Viento omnidireccional con probabilidad máxima del 95%, cuando se dispone de datos estadísticos de viento. Cuando no se disponga de datos de viento, deberá utilizarse un viento omnidireccional de 56 km/h (30 kt).
- f) *Ángulo medio de inclinación lateral conseguido*: 15°.
- g) *Tolerancia del punto de referencia*: Según proceda dependiendo del tipo de punto de referencia. Véase la Sección 1, Capítulo 2, “Puntos de referencia de área terminal”.
- h) *Tolerancias técnicas de vuelo*:
  - 1)  $c$  = distancia equivalente a 6 segundos de vuelo (3 segundos de tiempo para la reacción del piloto y 3 segundos de tiempo para establecer la inclinación lateral) a una velocidad de aproximación frustrada final (para una velocidad máxima de aproximación frustrada publicada) más 56 km/h (30 kt) de viento de cola; y
  - 2) véanse también los ejemplos de parámetros de viraje indicados en las Tablas I-4-6-5 y I-4-6-6.
- i)  $d_o$  = Distancia a un obstáculo.
- j)  $d_z$  = Distancia más corta a un obstáculo o referencia medida desde el SOC paralelo a la derrota de aproximación frustrada en línea recta.
- k)  $O_i$  = Obstáculo (el subíndice indica el obstáculo específico).
- l)  $\tan Z$  = Tangente del ángulo que forma la superficie de aproximación frustrada con el plano horizontal.
- m)  $R$  = Velocidad de viraje.
- n)  $r$  = Radio de viraje.
- o)  $E$  = Efecto del viento.

#### 6.4.4 Áreas secundarias

6.4.4.1 En el área de viraje, el área secundaria siempre se aplica en el lado exterior del viraje, como continuación del área secundaria de aproximación frustrada en línea recta (véanse las Figuras I-4-6-13 a I-4-6-19 para el viraje establecido en un punto de viraje). Las áreas secundarias finalizan tan pronto como la aeronave dispone de guía de derrota.

6.4.4.2 *Guía de derrota adicional.* Durante la construcción del procedimiento de aproximación frustrada después del viraje puede obtenerse cierta ventaja operacional utilizando instalaciones adecuadamente situadas para reducir las dimensiones del área de aproximación frustrada final. En las Figuras I-4-6-15 y I-4-6-19 se indican ejemplos de áreas de viraje típicas para aproximación frustrada con guía de derrota adicional.

#### 6.4.5 Viraje iniciado a una altitud/altura designada

##### 6.4.5.1 Generalidades

El viraje deberá efectuarse al alcanzar una altitud establecida para abordar dos tipos de obstáculos penalizadores:

- a) un obstáculo situado en la dirección de la aproximación frustrada en línea recta y que se debe evitar; y
- b) un obstáculo situado junto a la derrota de aproximación frustrada en línea recta y que se debe sobrevolar después del viraje, con el margen apropiado.

La aproximación frustrada con viraje a una altitud establecida requiere ascender a una determinada altitud/altura antes de iniciar el viraje a un rumbo determinado o hacia un punto de referencia/instalación.

##### 6.4.5.2 Áreas

###### 6.4.5.2.1 Área de inicio de viraje

6.4.5.2.1.1 El punto en el que se alcanza la altitud/altura establecida no es fijo. Depende de la performance de ascenso de la aeronave y del punto desde el que se inicia la aproximación frustrada. La aeronave puede alcanzar la altitud/altura de viraje designada:

- a) tan pronto como el MAPt anterior cuando el procedimiento prohíba virajes antes del MAPt o tan pronto como el FAF anterior cuando no existan restricciones; y
- b) después de ascender utilizando la pendiente mínima requerida desde el SOC hasta el punto en que se alcanza la altitud/altura designada. Este punto se denomina punto de viraje (TP).

6.4.5.2.1.2 El diseño del procedimiento debería tener en cuenta ambos extremos. Por lo tanto, el área donde la aeronave debe iniciar el viraje está limitada por:

- a) la distancia desde al MAPt anterior o FAF anterior al TP; y
- b) los bordes de las áreas secundarias de las fases inicial e intermedia.

Esta área se denomina área de inicio del viraje. La línea que marca el fin del área de inicio del viraje se define mediante KK (véanse la Figuras I-4-6-11 y I-4-6-12).



#### 6.4.5.2.2 Área de viraje

Los límites del área de viraje se construyen para proteger a la aeronave en dos casos extremos descritos anteriormente:

a) *construcción del límite interior:*

- 1) para virajes de menos de 75°, el límite interior comienza en el borde interior del MAPt anterior (Figura I-4-6-11) y se ensancha con un ángulo de 15° respecto a la derrota nominal después del viraje; y
- 2) para virajes de más de 75°, el límite interior comienza en el borde exterior del MAPt anterior (Figura I-4-6-12) y se ensancha con un ángulo de 15° respecto a la derrota nominal después del viraje; y

b) *construcción del límite exterior:*

- 1) en el borde exterior del área de inicio de viraje, añadir una tolerancia por el tiempo de reacción del piloto (c: una distancia equivalente a 6 segundos de vuelo (véase 6.4.3, “Parámetros de viraje”), lo que establece el punto A; y
- 2) desde el punto A, construir el límite exterior como se describe en la Sección 2, Capítulo 3, “Construcción del área de viraje”.

#### 6.4.5.3 Franqueamiento de obstáculos para virajes a una altitud designada

- a) *Franqueamiento de obstáculos en el área de inicio de virajes.* Los criterios para el franqueamiento de obstáculos en aproximación frustrada en línea recta se aplican hasta el TP. Esto permite el cálculo de la OCA/H para los tramos de aproximación final y de aproximación frustrada en línea recta (OCA/H<sub>fm</sub>) (véase 6.3.5, “Franqueamiento de obstáculos para una aproximación frustrada en línea recta”). Adicionalmente se deberá efectuar una evaluación de obstáculos para garantizar que en el área de inicio de viraje la elevación/altura de los obstáculos sea menor que

$$\text{TNA/H} - 50 \text{ m (164 ft)}$$

$$[\text{Cat H, TNA/H} - 40 \text{ m (132 ft)}]$$

- b) *Franqueamiento de obstáculos en el área de viraje.* En el área de viraje, la elevación/altura de los obstáculos deberá ser menor que:

$$\text{TNA/H} + d_o \tan Z - \text{MOC}$$

siendo:  $d_o$  distancia medida desde el obstáculo al punto más cercano del límite del área de inicio de viraje; y

MOC de 50 m (164 ft) [Cat H, 40 m (132 ft)] reduciéndose linealmente a cero en el borde exterior de las áreas secundarias, si las hubiera.

#### 6.4.5.4 Establecimiento de una altitud/altura de viraje

La elección de la altitud/altura de viraje (TNA/H) y su punto de viraje (TP) asociado, es un proceso iterativo. Se deberá situar el TP de manera que se cumplan los criterios para el franqueamiento de obstáculos tanto en el área de inicio de viraje como en el área de viraje. Una vez establecidos los valores del SOC y de la OCA/H<sub>fm</sub>, se deberá calcular la altitud/altura de viraje (TNA/H) partiendo de la siguiente relación:

$$\text{TNA/H} = \text{OCA/H}_{\text{fm}} + d_z \tan Z$$

siendo  $d_z$  la distancia horizontal desde el SOC al TP.

Si el TP posterior tiene que estar situado en el SOC calculado para la aproximación frustrada final en línea recta, o antes, el MAPt deberá situarse más atrás y si fuera necesario se aumentaría la OCA/H (véase 6.1.5.1).

#### 6.4.5.5 Ajustes de altitud/altura

Si no se pueden cumplir los criterios establecidos en 6.4.5.3, “Franqueamiento de obstáculos para virajes a una altitud designada”, la altitud/altura de viraje deberá ajustarse. Lo que se puede hacer de tres maneras:

- ajustando la TNA/H sin modificar la OCA/H. Esto significa que el TP posterior se desplazará y las áreas se volverán a trazar adecuadamente;
- situando más atrás el SOC para aumentar  $d_z$ . Esto significa que el MAPt y, por lo tanto, el TP anterior se desplazarán y las áreas de viraje se extenderán adecuadamente; y
- aumentando la OCA/H.

#### 6.4.5.6 Protección de los virajes prematuros

Si el procedimiento no prohíbe la realización de virajes antes del MAPt, se deberá considerar un área adicional fuera del área final (véase la Figura I-4-6-14). En esta área, la elevación de los obstáculos deberá ser menor que:

$$TNA/H + d_o \tan Z - 50 \text{ m (164 ft)}$$

$$[\text{Cat H, TNA/H} + d_o \tan Z - 40 \text{ m (132 ft)}]$$

siendo  $d_o$  la distancia medida desde el obstáculo al punto más cercano del borde del área de aproximación final. Si este criterio no se puede cumplir, el procedimiento deberá prohibir los virajes antes del MAPt y deberá añadirse una nota en la vista de perfil de la carta de aproximación.

### 6.4.6 Viraje iniciado en un punto de viraje designado

6.4.6.1 *Generalidades.* Un TP designado deberá definirse mediante un punto de referencia (véase la Sección 2, Capítulo 2, 2.3 y 2.4), o mediante un radial/una marcación o una distancia DME límite (véase la Sección 2, Capítulo 2, 2.6.5). La elección se efectúa de manera que la aeronave pueda evitar los obstáculos que tiene delante. Los criterios para aproximación frustrada en línea recta se aplican hasta el TP anterior. Esto permite el cálculo de la OCA/H para la aproximación frustrada final en línea recta ( $OCA/H_{fm}$ ) (véase 6.2 “Pendiente de ascenso y MOC”). También permite calcular el SOC.

6.4.6.2 *Área de tolerancia del punto de viraje.* La longitud del área de tolerancia del TP se establece mediante:

- los límites del área de tolerancia del punto de referencia; más
- una distancia adicional  $c$  (tiempos para la reacción del piloto y para el establecimiento de la inclinación lateral) equivalente a 6 segundos de vuelo a velocidad de aproximación frustrada final (o máxima de aproximación frustrada publicada), más 56 km/h (30 kt) de viento de cola (véase la Figura I-4-6-15). En las Tablas I-4-6-5 y I-4-6-6 figuran algunos ejemplos de valores de  $c$ .

Si el TP se define mediante el sobrevuelo de una instalación (por ejemplo, VOR, NDB) la tolerancia del punto de referencia del TP puede tomarse como  $\pm 0,9 \text{ km } (\pm 0,5 \text{ NM})$  hasta una altura por encima de la instalación de:

- i) 750 m (2 500 ft) para un VOR (con ángulo de cono de ambigüedad de 50°); y
- ii) 1 100 m (3 600 ft) para un NDB.

#### 6.4.6.3 Construcción del área de viraje

6.4.6.3.1 Los virajes se realizan en el área de aproximación frustrada final. Esta área comienza en el punto A, situado en el límite posterior del área de tolerancia del TP (definida previamente). Sus lados comienzan en los bordes del área de aproximación frustrada en línea recta.

6.4.6.3.2 TP definido por un punto de referencia o por un radial, una marcación o una distancia DME límite.

##### a) *Límite exterior:*

- 1) en el borde exterior del área de aproximación frustrada, determinar el punto A (véase la Figura I-4-6-15);
- 2) desde el punto A, construir el límite exterior como se describe en la Sección 2, Capítulo 3, “Construcción del área de viraje”.

##### b) *Límite interior:*

- 1) en el borde interior del área de aproximación frustrada, en la tolerancia del TP anterior, determinar el punto K;
- 2) desde el punto K, trazar una línea alejándose hacia afuera en ángulo de 15° desde la derrota nominal después del viraje.

c) *Casos particulares:* en casos particulares (virajes de más de 90°, regreso al FAF), trazar el área después del viraje como se muestra en las Figuras I-4-6-16, I-4-6-17 y I-4-6-18.

6.4.6.3.3 *TP marcado por una instalación (NDB o VOR).* Cuando el punto de viraje está marcado por una instalación (NDB o VOR) el área se construye de la forma siguiente:

a) *Límite interior:* el límite asociado con la derrota de alejamiento desde dicha instalación después del viraje.

b) *Límite exterior:* para poder sobrepasarlo al virar por encima de una ayuda para la navegación, el límite en el lado exterior del viraje deberá ensancharse de la forma siguiente:

- 1) determinar la tolerancia del TP posterior (punto A);
- 2) desde el punto A, construir el límite exterior (véase la Sección 2, Capítulo 3, “Construcción del área de viraje”) hasta el punto en que su tangente sea paralela a la derrota nominal después del viraje; y
- 3) desde este punto el límite del área permanece paralelo a la derrota nominal hasta que corta al área asociada a la ayuda para la navegación (véase la Figura I-4-6-19).

#### 6.4.6.4 Franqueamiento de obstáculos en el área de viraje

La elevación de los obstáculos en el área de viraje deberá ser menor que:

$$\text{OCA}/H_{\text{fm}} + d_o \tan z - \text{MOC}$$

siendo:  $d_0 = d_z +$  distancia más corta desde el obstáculo a la línea K-K,

$d_z$  = distancia horizontal desde el SOC al TP anterior (línea K-K)

y el MOC será de 50 m (164 ft) [Cat H, 40 m (132 ft)] para virajes de más de 15° reduciéndose linealmente hasta cero en el borde exterior de las áreas secundarias, si las hubiera.

#### 6.4.7 Viraje especificado en el MAPt

Cuando se establezca un viraje en el MAPt, lo que significa que se supone que el piloto establecerá la aeronave en una trayectoria de ascenso antes de efectuar el viraje, la OCA/H se considerará como altitud/altura de viraje, y el comienzo del área de viraje se extenderá desde el MAPt anterior hasta el SOC (véase la Figura I-4-6-20).

### 6.5 PROMULGACIÓN

6.5.1 Cuando no se disponga de protección para los virajes prematuros, se deberá añadir una nota en la vista de perfil de la carta de aproximación: “No virar antes del MAPt”.

6.5.2 La OCA/H para el 2,5 por ciento nominal deberá publicarse siempre en la carta de aproximación por instrumentos. Si se establecen pendientes adicionales en la construcción del procedimiento de aproximación frustrada, tanto esas pendientes como sus valores de OCA/H asociados, deberán publicarse como opciones alternativas.

**Tabla I-4-6-1. Valores de Z (MAPt anterior y posterior para un MAPt determinado por una distancia desde el FAF)**

<i>Categoría de aeronaves</i>	<i>Distancia desde el MAPt nominal hasta los MAPt anterior y posterior</i>
Categoría A	máx {2 463; 0,3897D + 1 086}
Categoría B	máx {2 463; 0,2984D + 1 408}
Categoría C	máx {2 463; 0,1907D + 1 787}
Categoría D	máx {2 463; 0,1562D + 1 908}

Siendo D = distancia desde el FAF nominal hasta el MAPt nominal (m). Los valores de la tabla están en unidades del SI (metros).

**Tabla I-4-6-2. Cálculo de la distancia de transición**

<i>Categoría de aeronaves</i>	<i>Distancia de transición (X)</i>
Categoría A	máx {0,0875D + 2 591; 0,3954D + 1 604}
Categoría B	máx {0,0681D + 3 352; 0,3246D + 1 653}
Categoría C	máx {0,0567D + 3 794; 0,2328D + 1 945}
Categoría D	máx {0,0495D + 4 153; 0,2055D + 2 073}

Siendo D = distancia desde el FAF nominal hasta el MAPt nominal (m). Los valores de la tabla están en unidades del SI (metros).

**Tabla I-4-6-3. Ejemplo: Distancia d correspondiente a 600 m (2 000 ft) sobre el MSL**

<i>Categoría de aeronaves</i>	<i>A</i>	<i>B</i>	<i>C</i>	<i>D</i>	<i>E</i>	<i>H</i>
d	0,18 km (0,10 NM)	0,23 km (0,12 NM)	0,28 km (0,15 NM)	0,32 km (0,17 NM)	0,39 km (0,21 NM)	0,16 km (0,09 NM)

**Tabla I-4-6-4. Ejemplo: Distancia de tolerancia de transición**

<i>Categoría de aeronaves</i>	<i>A</i>	<i>B</i>	<i>C</i>	<i>D</i>	<i>E</i>	<i>H</i>
X [calculado para 600 m (2 000 ft) sobre el MSL]	0,89 km (0,48 NM)	1,14 km (0,61 NM)	1,38 km (0,75 NM)	1,60 km (0,86 NM)	1,95 km (1,05 NM)	0,27 km (0,15 NM)

**Tabla I-4-6-5. Ejemplos de valores de los parámetros utilizados para la construcción del área de aproximación frustrada con viraje (calculados para 600 ft MSL) (para abreviaturas, véase 6.4.3)**

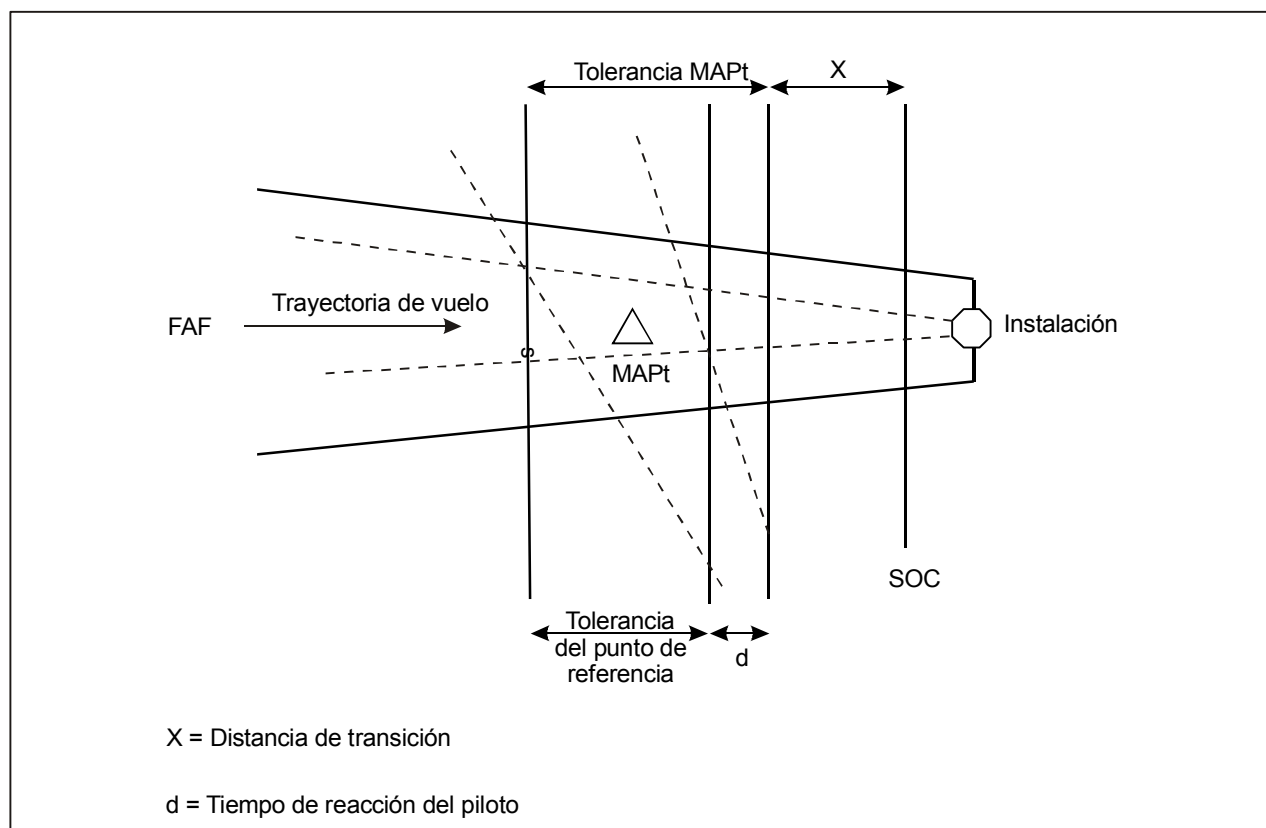
<i>IAS</i>  (km/h)	<i>Factor* de conversión de IAS en TAS (600 m, ISA + 15) (km/h)</i>	$c$ <i>6 segundos</i> $(TAS + 56) \times \frac{6}{3\,600}$ (km)	$R$ $\frac{542}{TAS}$ (g/s)	$r$ $\frac{TAS}{62,8R}$ (km)	$E$ $\frac{1,4R}{(km)}$
205	217	0,46	2,50	1,38	0,56
280	296	0,59	1,83	2,57	0,76
345	364	0,70	1,49	3,89	0,94
400	422	0,80	1,28	5,23	1,09
445	470	0,88	1,15	6,49	1,21
490	518	0,96	1,05	7,85	1,34
510	539	0,99	1,01	8,54	1,39

\* Para convertir IAS en TAS, véase la Parte I, Sección 2, Capítulo 1, Apéndice.

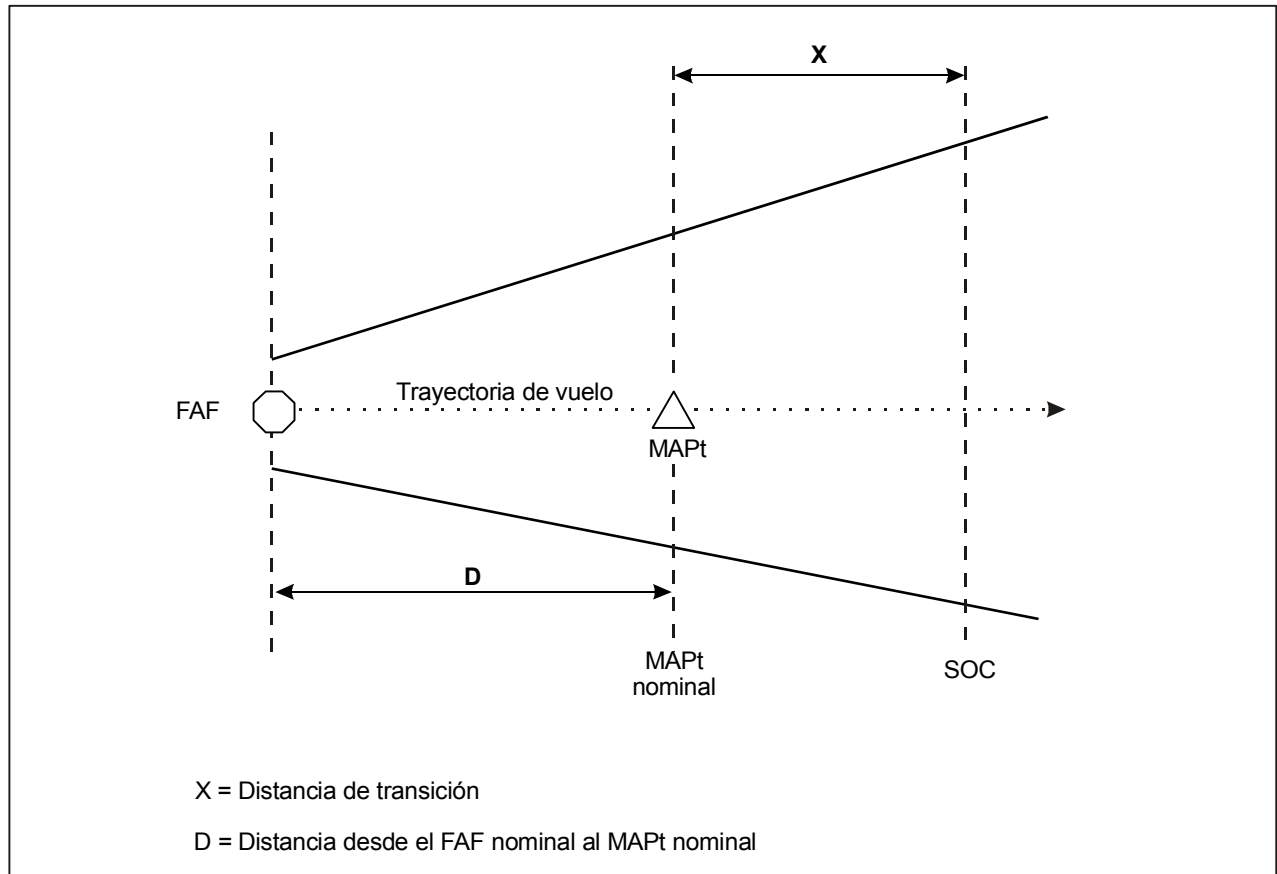
**Tabla I-4-6-6. Ejemplos de valores de los parámetros utilizados para la construcción del área de aproximación frustrada con viraje (calculados para 2 000 ft MSL) (para abreviaturas, véase 6.4.3)**

<i>IAS</i>  (kt)	<i>Factor* de conversión de IAS en TAS (2 000 ft, ISA + 15) (kt)</i>	$c$ <i>6 segundos</i> $(TAS + 30) \times \frac{6}{3\,600}$ (NM)	$R$ $\frac{293}{TAS}$ (g/s)	$r$ $\frac{TAS}{62,8R}$ (NM)	$E$ $\frac{0,75R}{(NM)}$
110	116	0,24	2,53	0,73	0,30
150	159	0,32	1,84	1,37	0,41
185	195	0,38	1,50	2,07	0,50
200	211	0,40	1,39	2,42	0,54
240	254	0,47	1,15	3,51	0,65
265	280	0,52	1,05	4,25	0,72
275	291	0,54	1,01	4,60	0,74

\* Para convertir IAS en TAS, véase la Parte I, Sección 2, Capítulo 1, Apéndice.

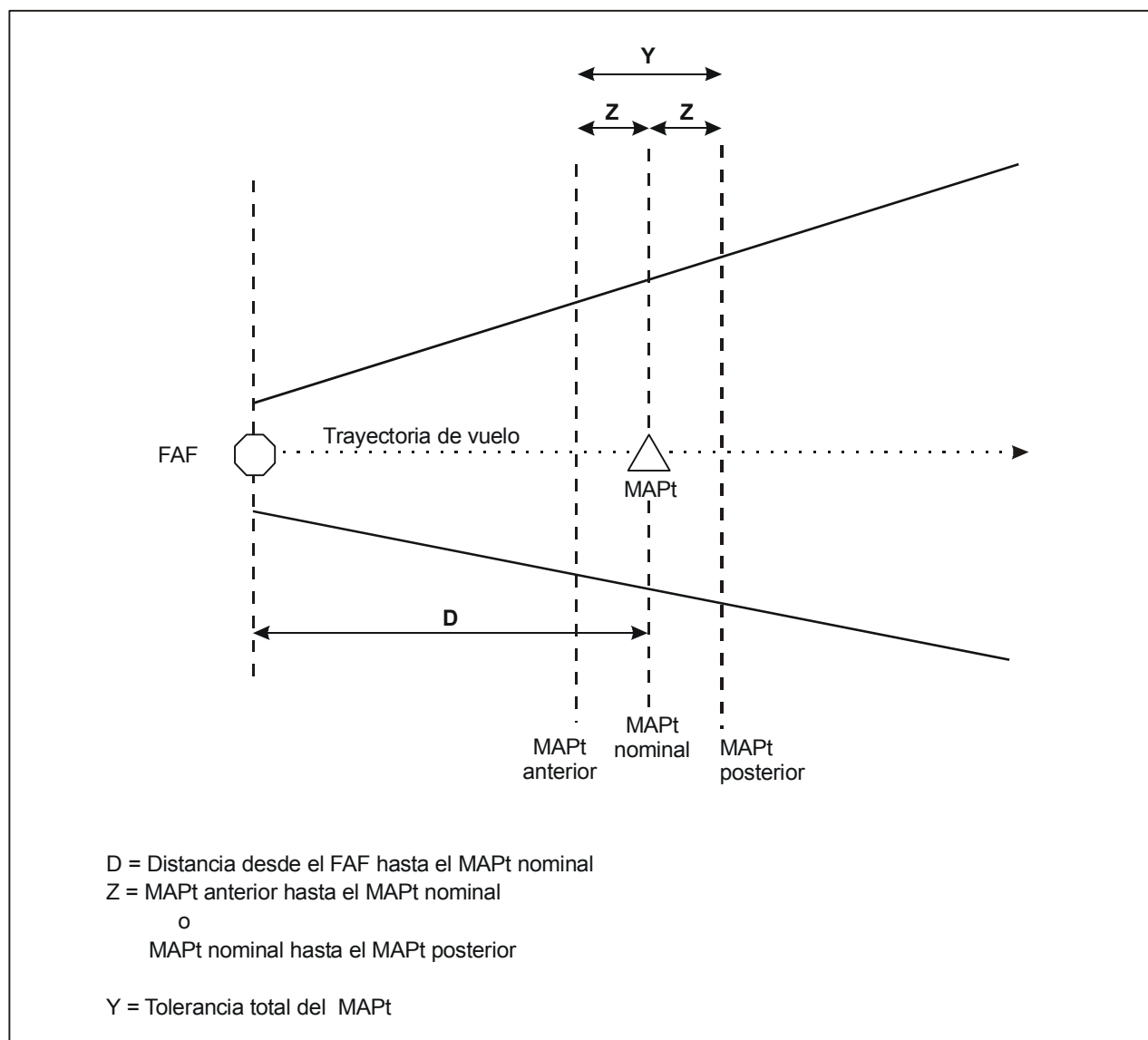


**Figura I-4-6-1. Determinación del SOC con un MAPt definido por una instalación de navegación aérea o un punto de referencia**

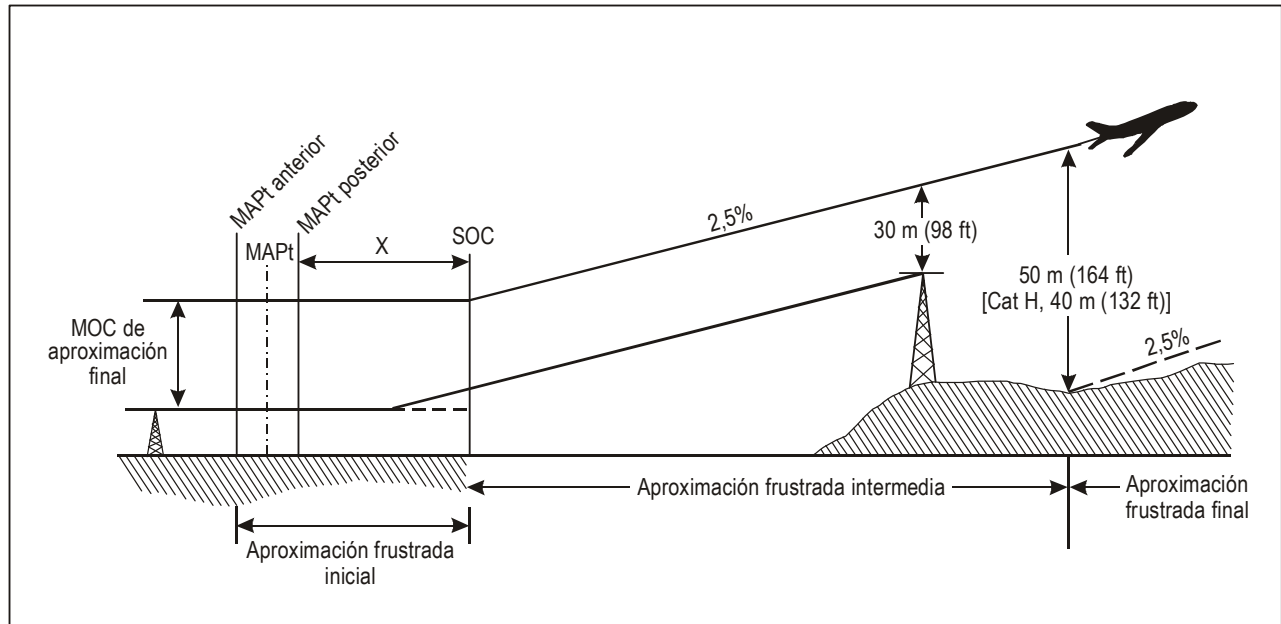


**Figura I-4-6-2. Determinación del SOC con un MAPt definido por una distancia desde el FAF**

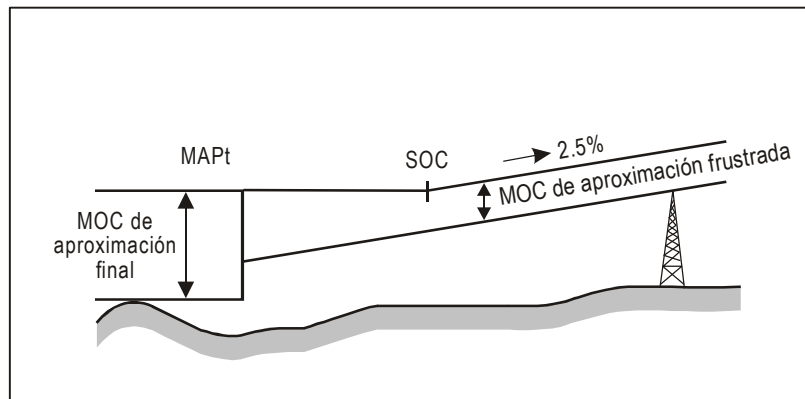




**Figura I-4-6-3. Distancia desde el MAPt nominal hasta el MAPt anterior y el posterior**



**Figura I-4-6-4. Franqueamiento de obstáculos para la fase de aproximación frustrada final**



**Figura I-4-6-5. Caso en que la extensión de la superficie de aproximación frustrada abarca totalmente la fase inicial de la aproximación frustrada**

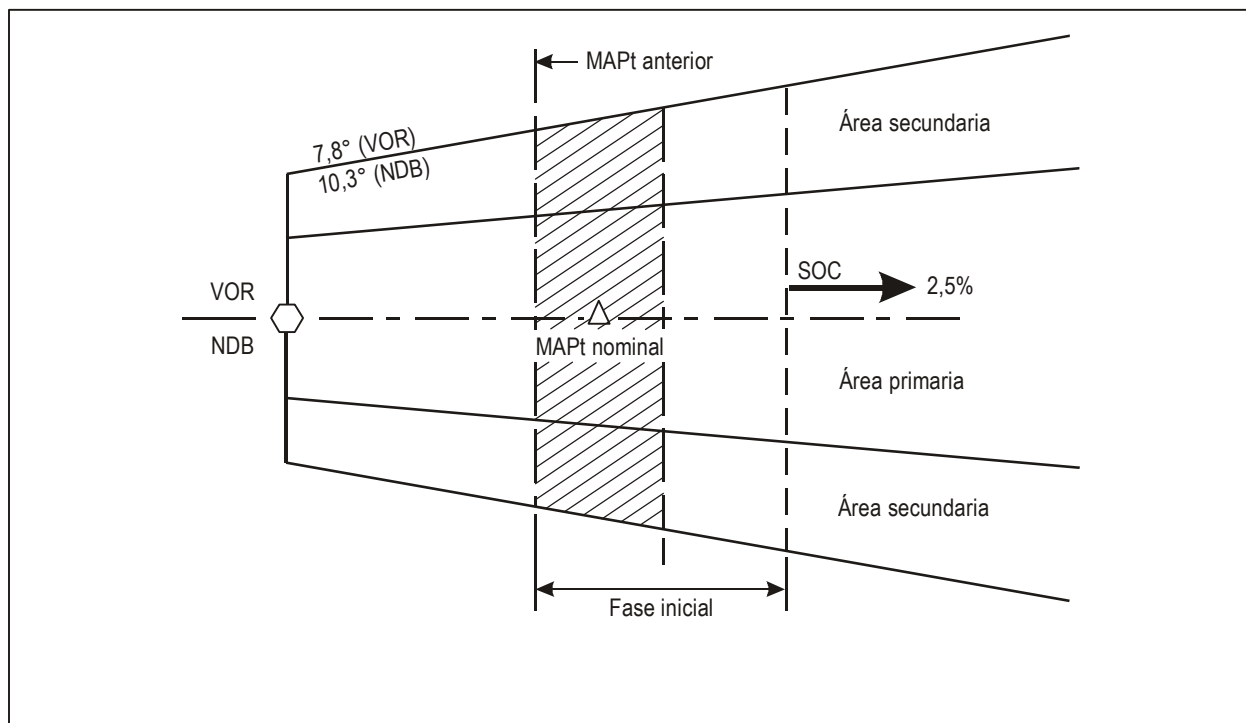
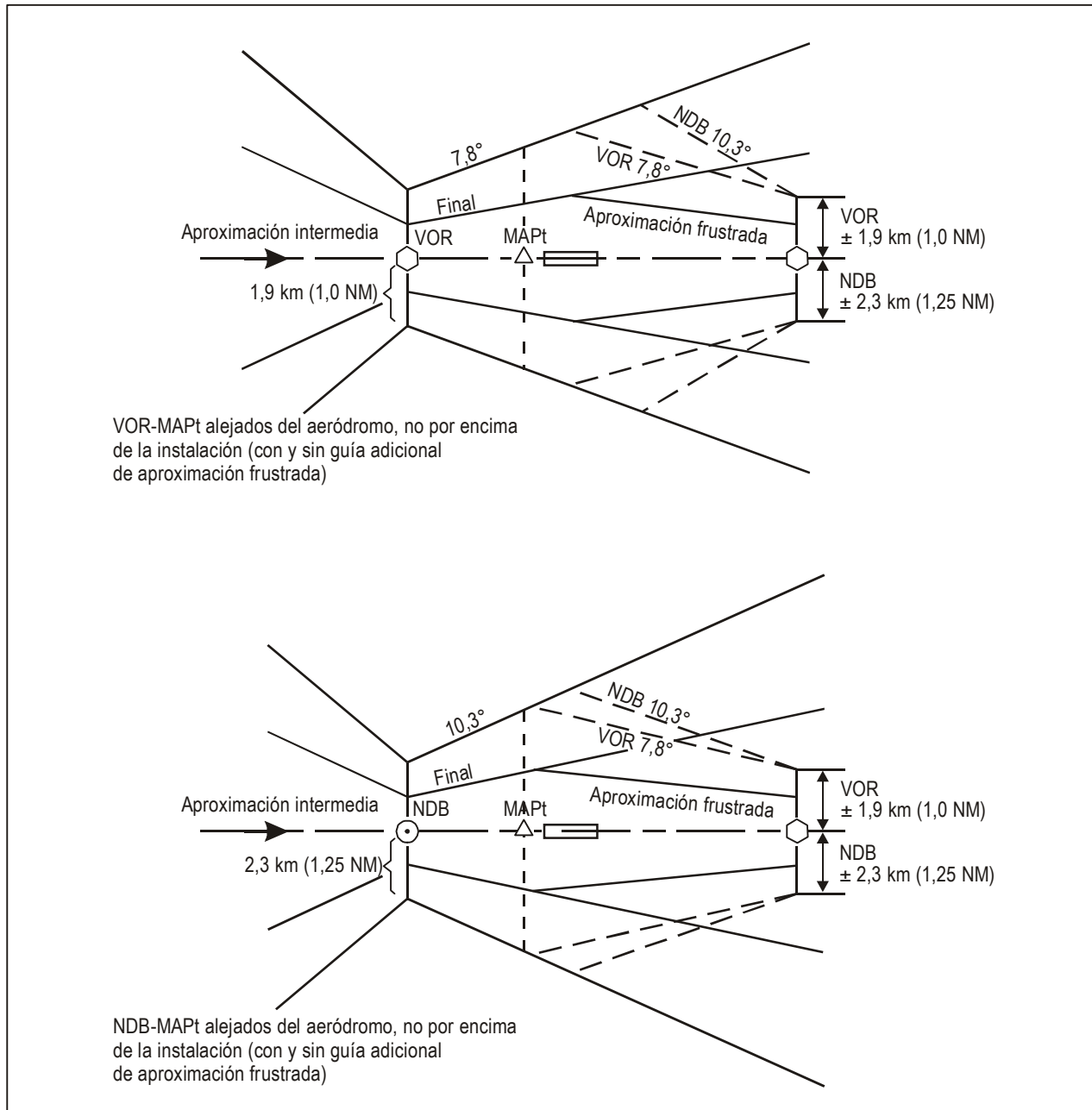


Figura I-4-6-6. Área para aproximación frustrada en línea recta





**Figura I-4-6-8. Áreas asociadas con guía de derrota adicional para un MAPt fuera de la instalación**



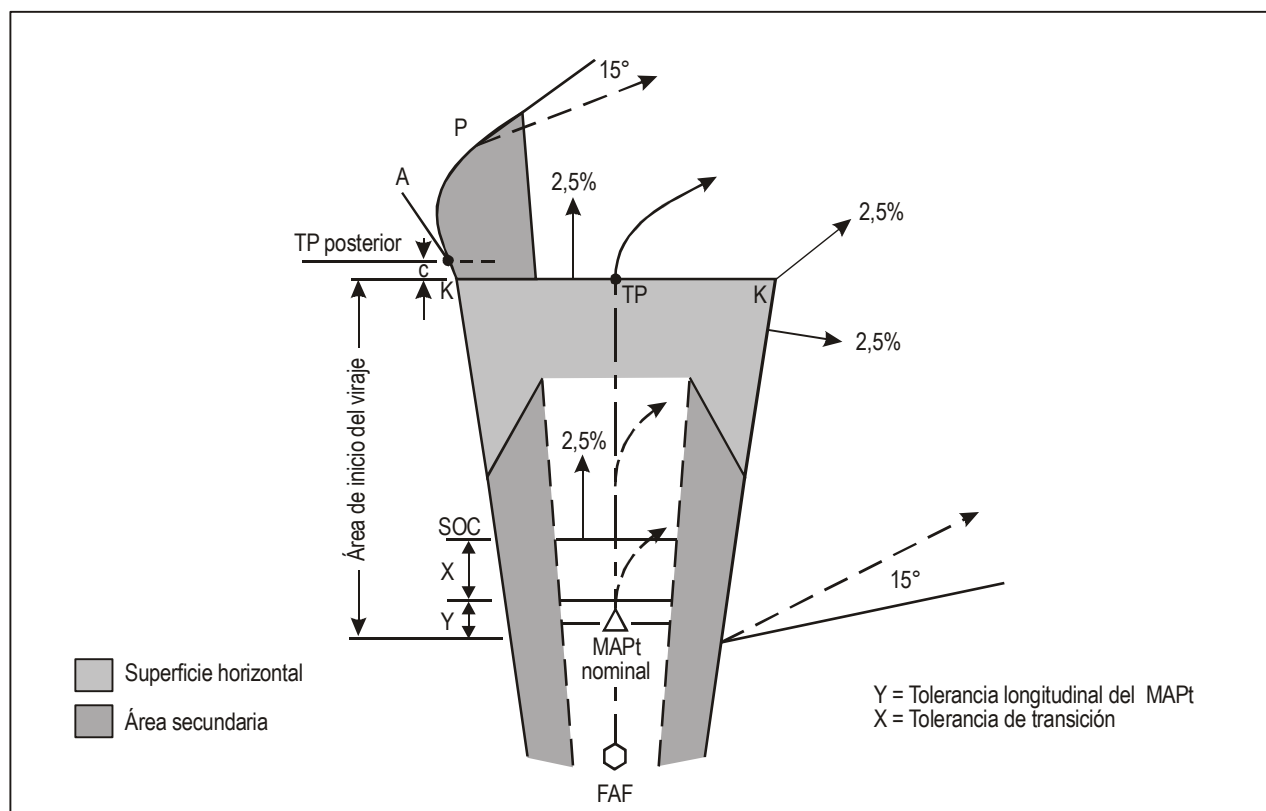
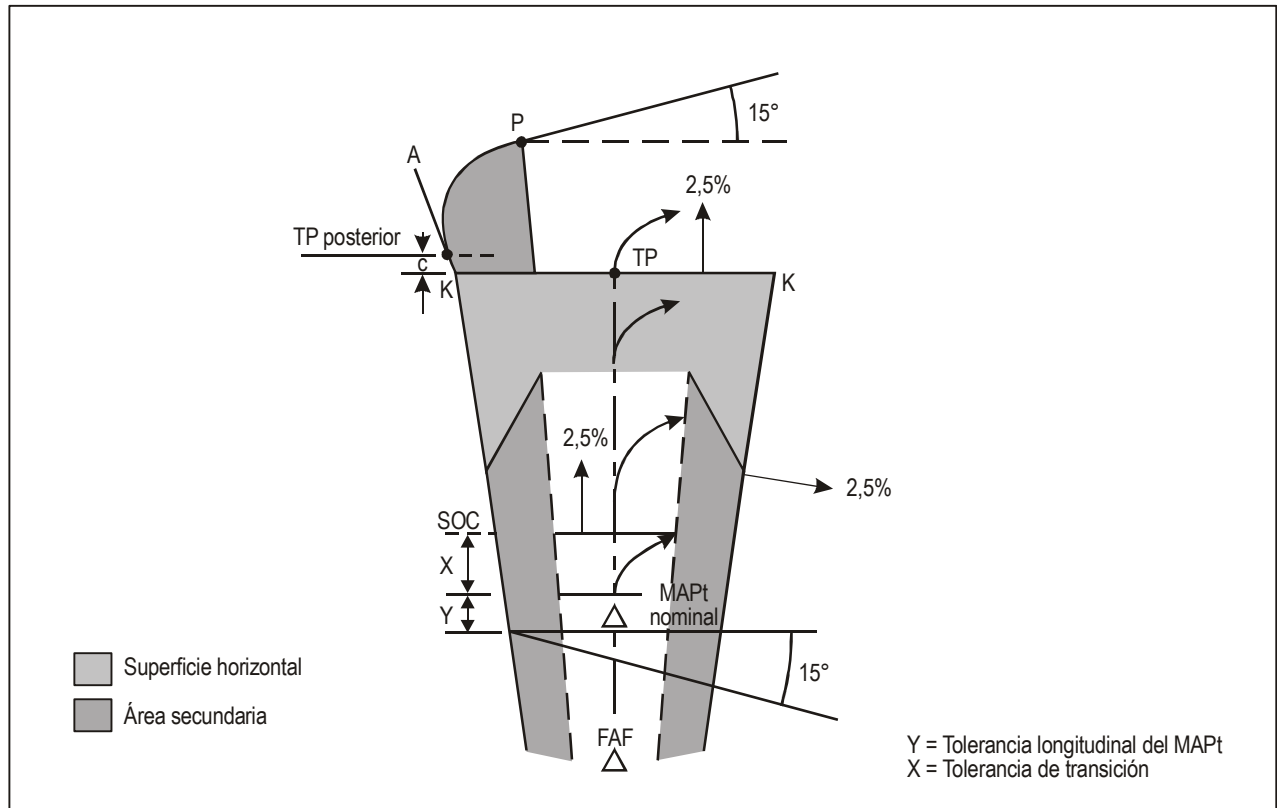


Figura I-4-6-11. Viraje de menos de 75E a una altitud dada



**Figura I-4-6-12. Viraje de más de 75° a una altitud dada**



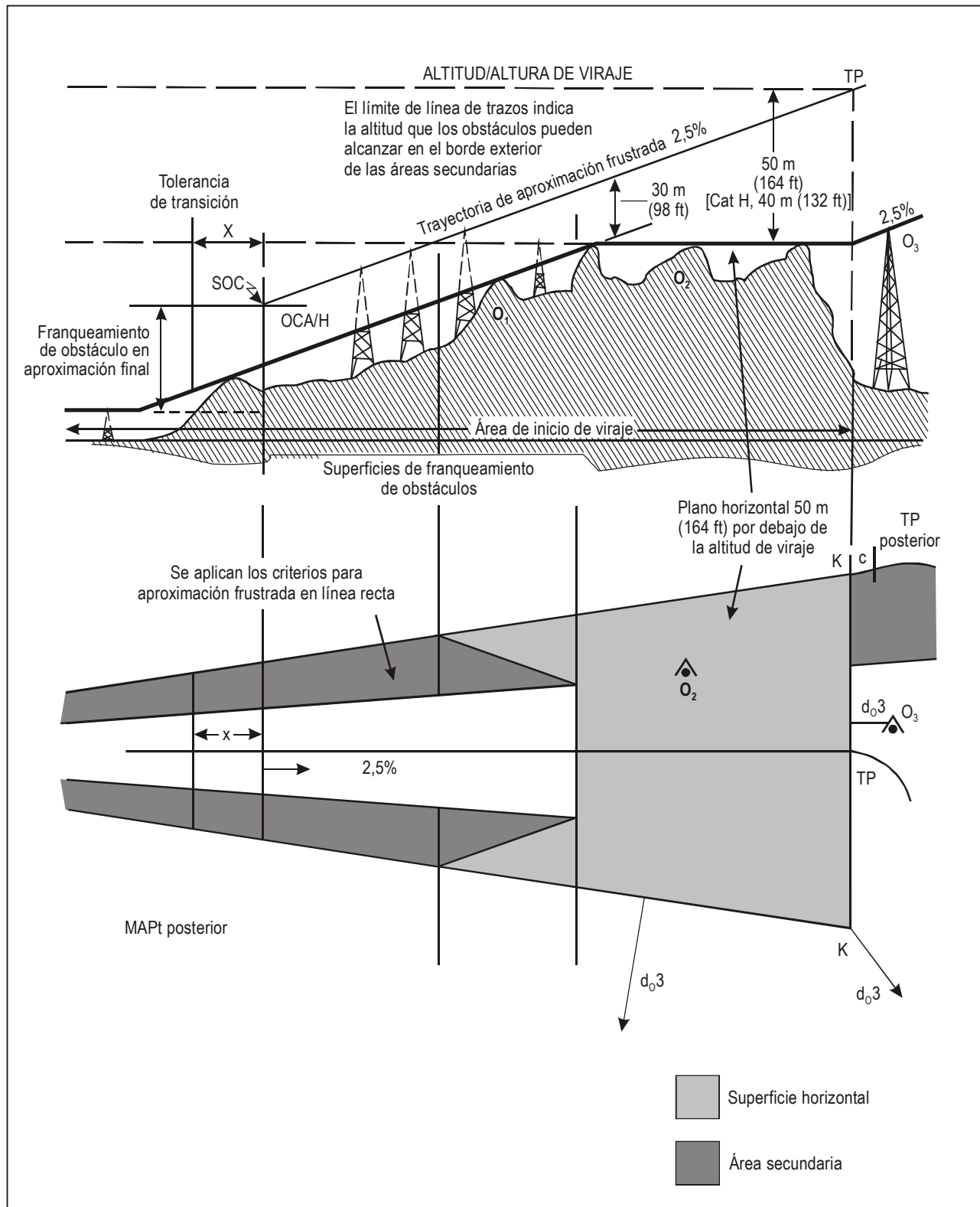
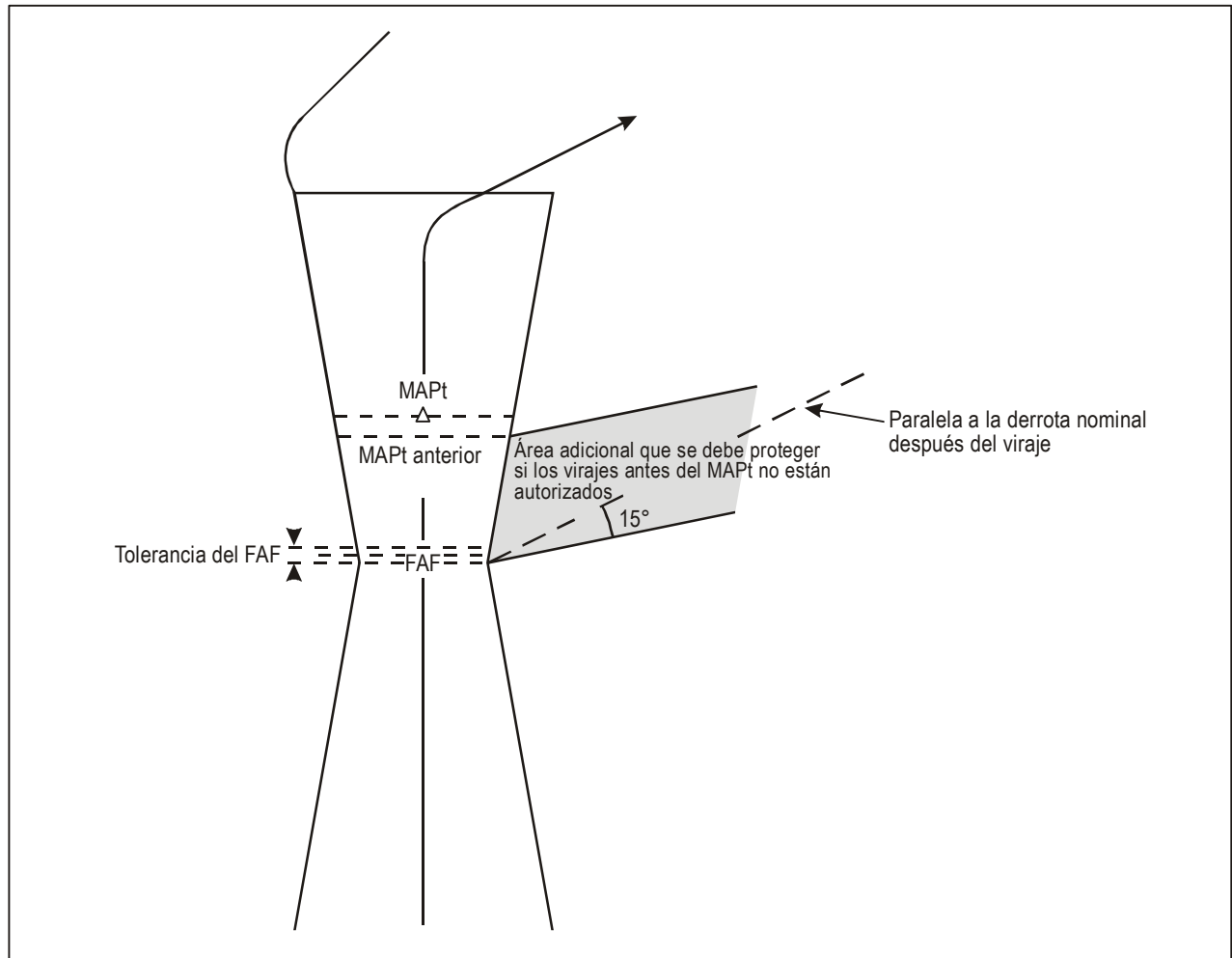
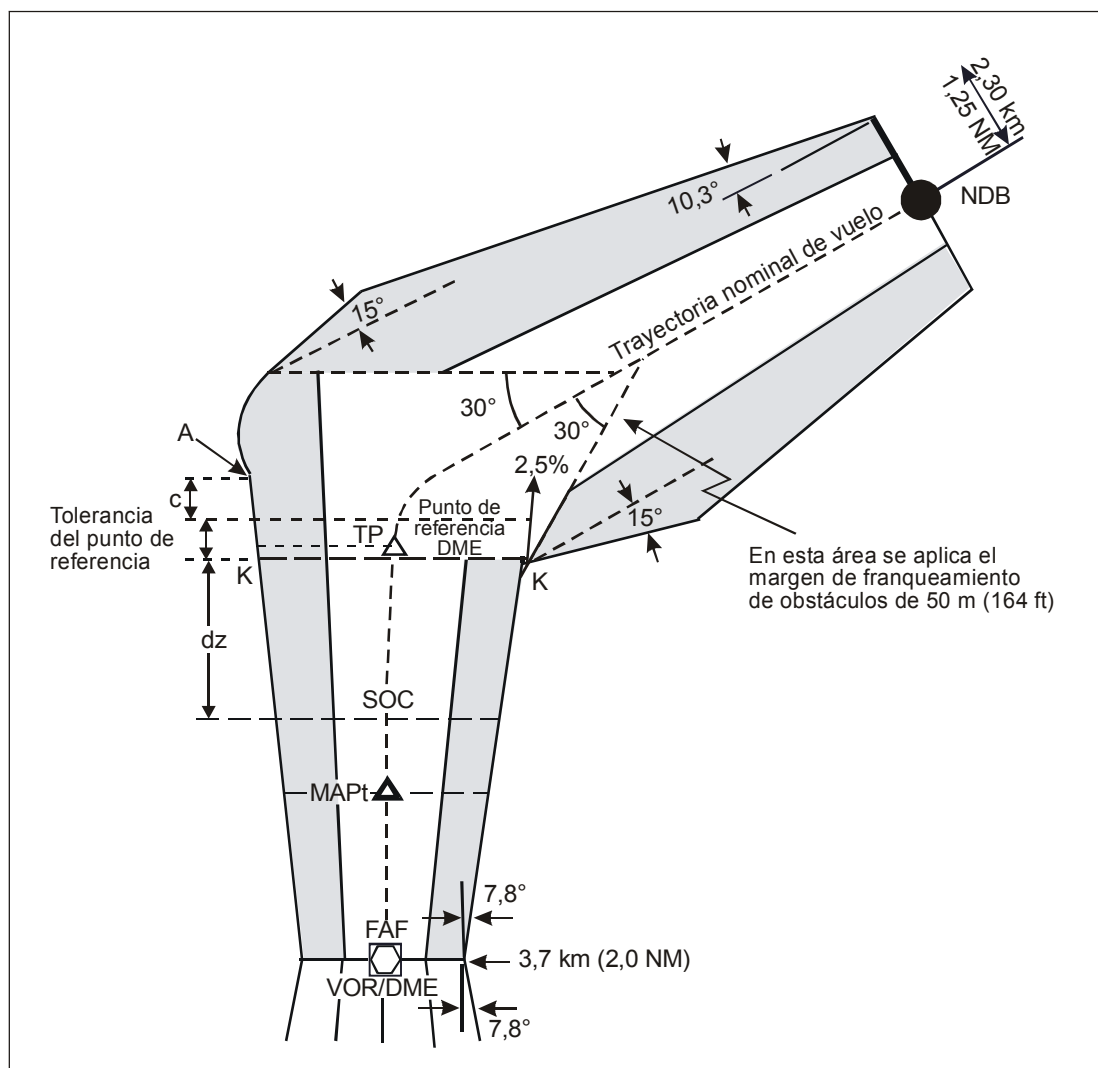


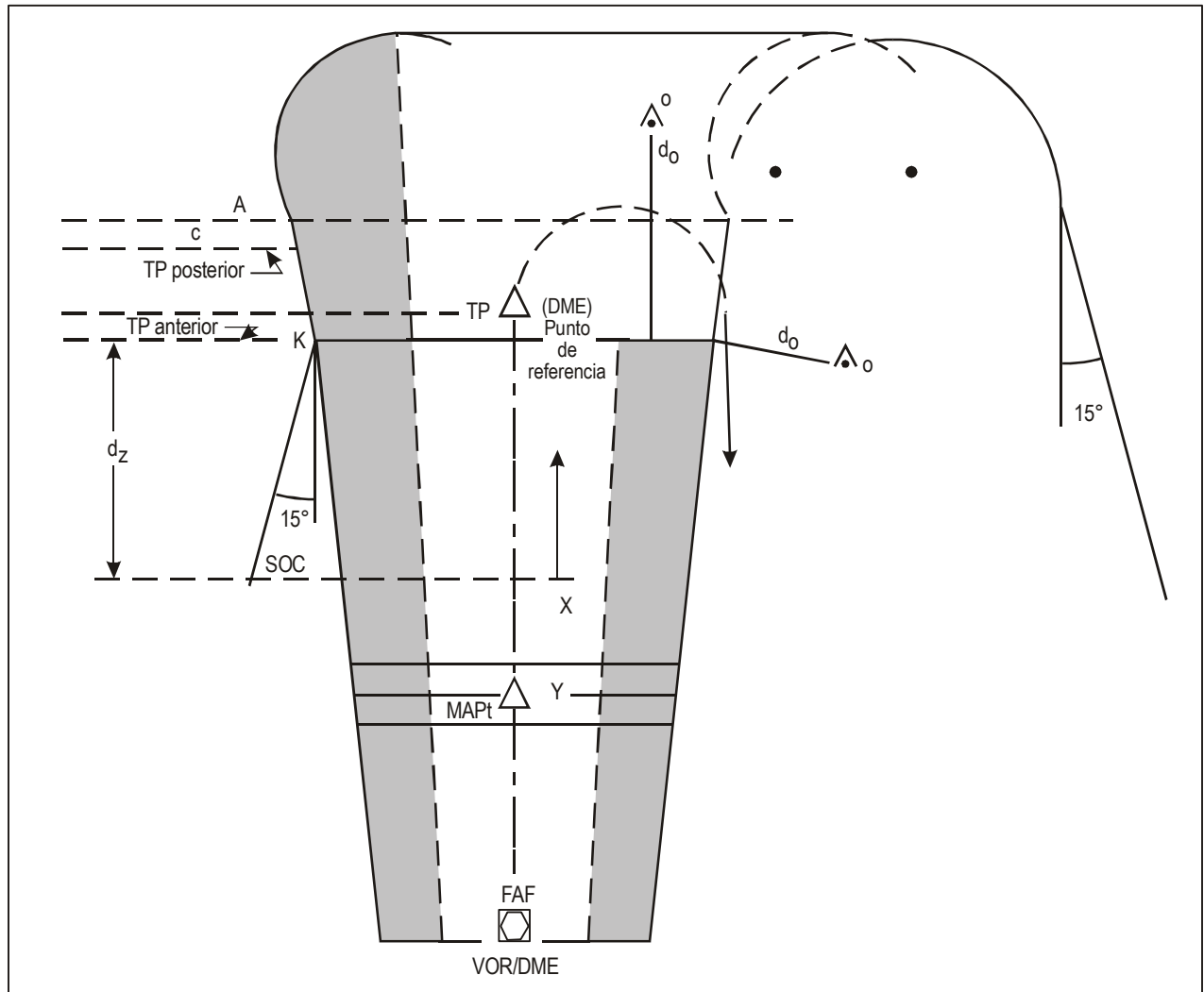
Figura I-4-6-13. Franqueamiento de obstáculos en el inicio del viraje



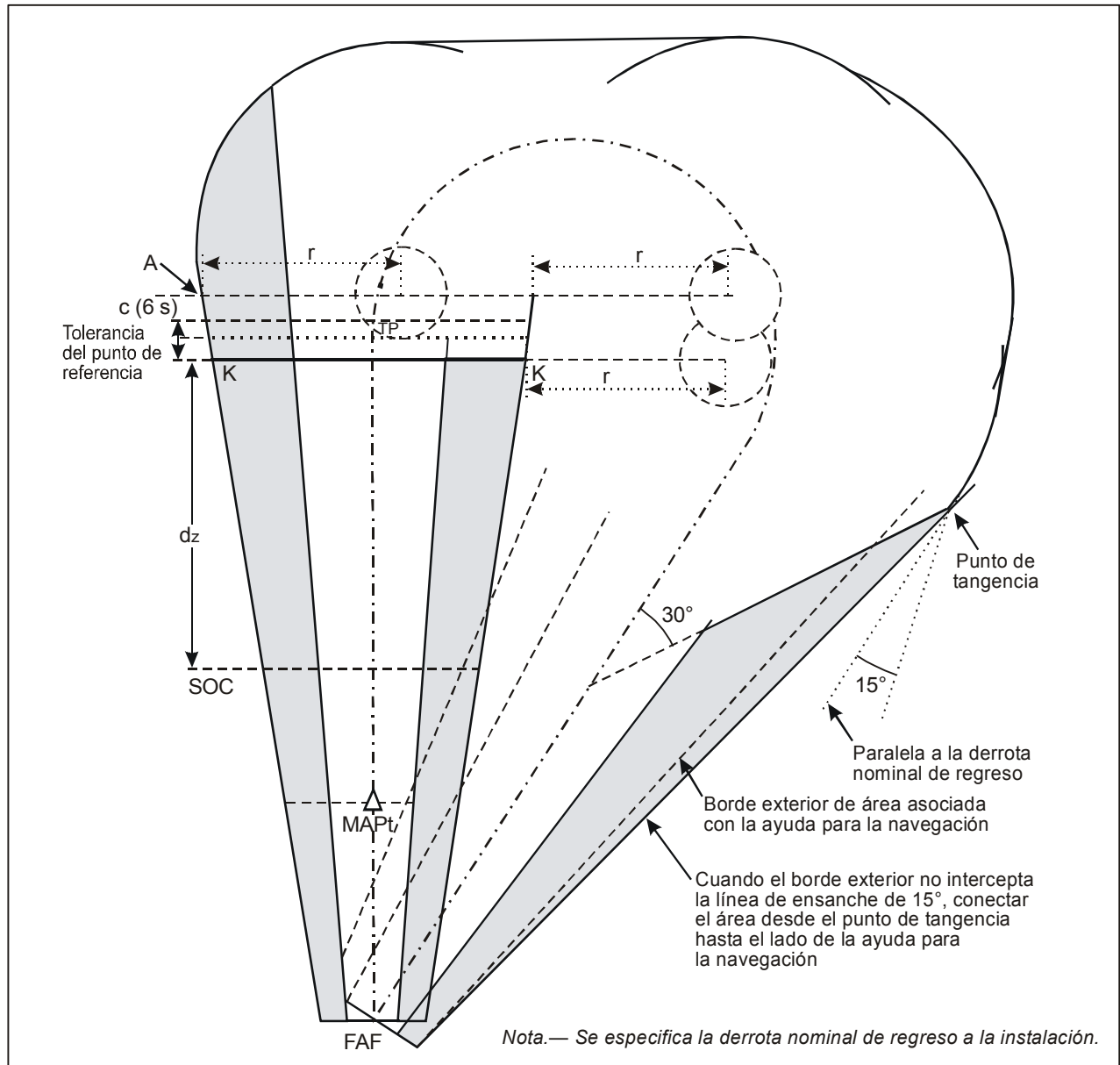
**Figura I-4-6-14. Limitación de virajes prematuros — requisito de protección adicional**



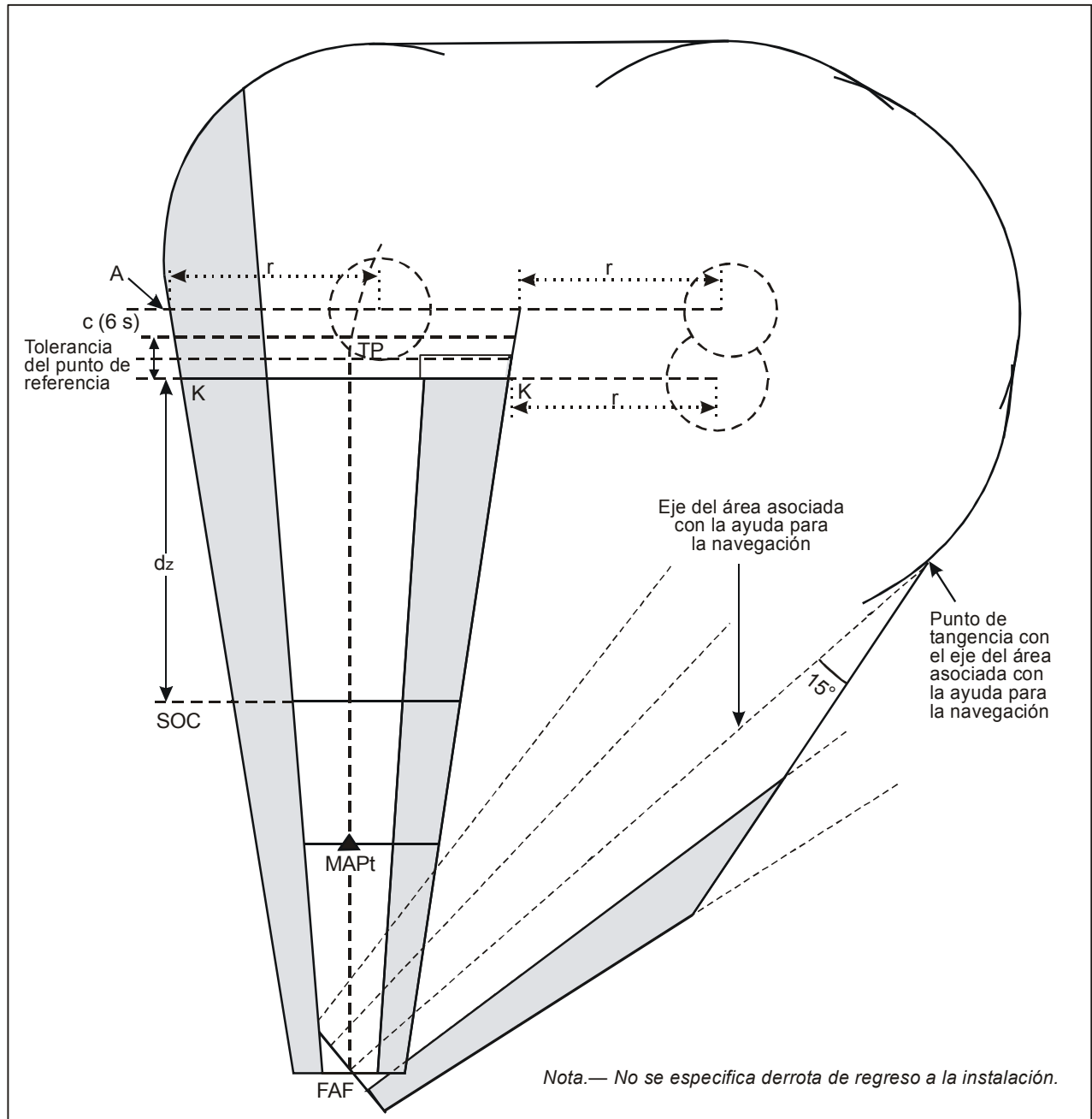
**Figura I-4-6-15. Aproximación frustrada con viraje, con DME como punto de referencia de TP**



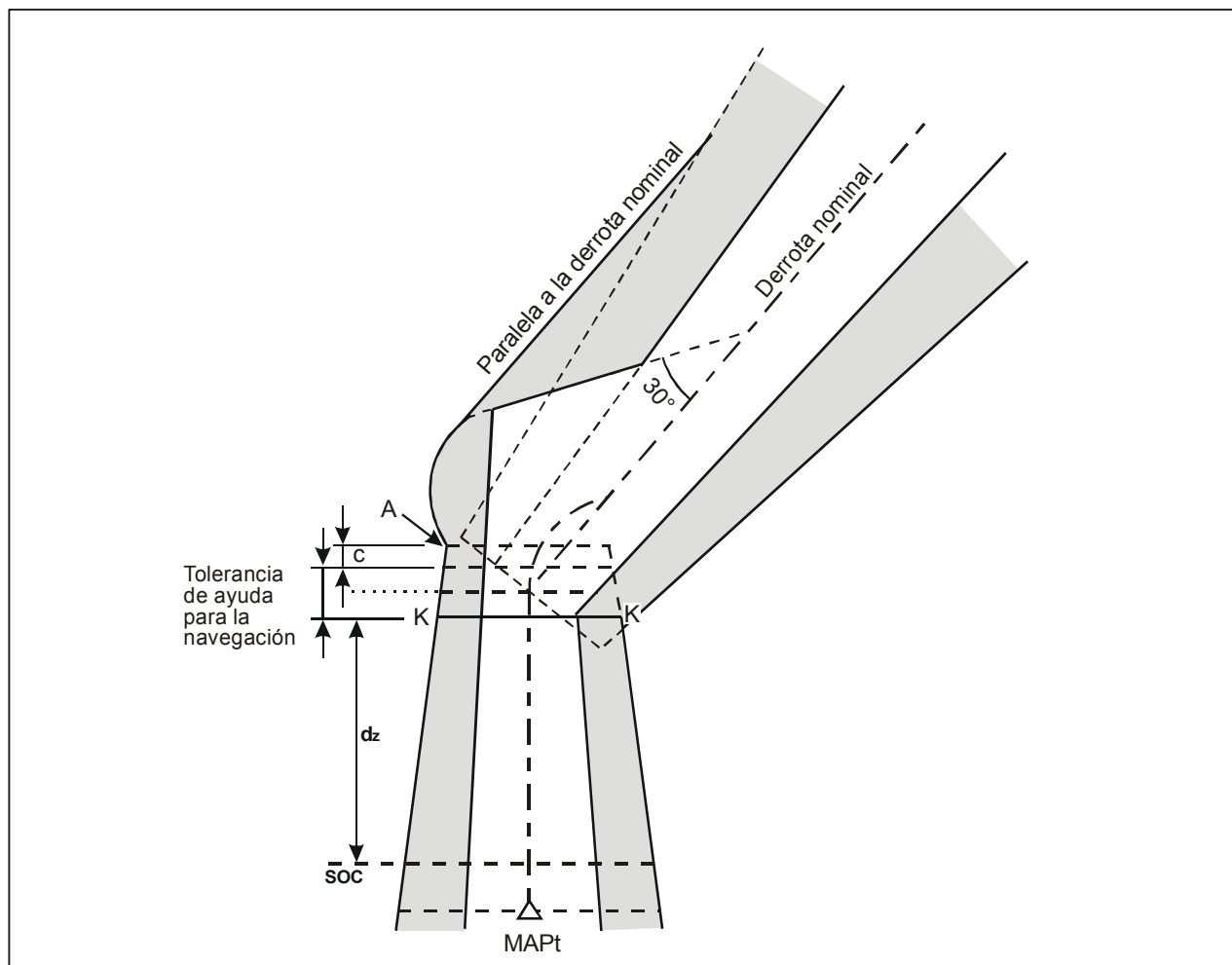
**Figura I-4-6-16. Aproximación frustrada con viraje de 180°, con DME como punto de referencia de TP**



**Figura I-4-6-17. Aproximación frustrada con viraje, con punto de referencia de TP y retorno a la instalación con derrota de regreso**



**Figura I-4-6-18. Aproximación frustrada con viraje, con punto de referencia de TP y retorno a la instalación sin derrota de regreso**



**Figura I-4-6-19. Aproximación frustrada con viraje que incluye virajes por encima de una instalación**

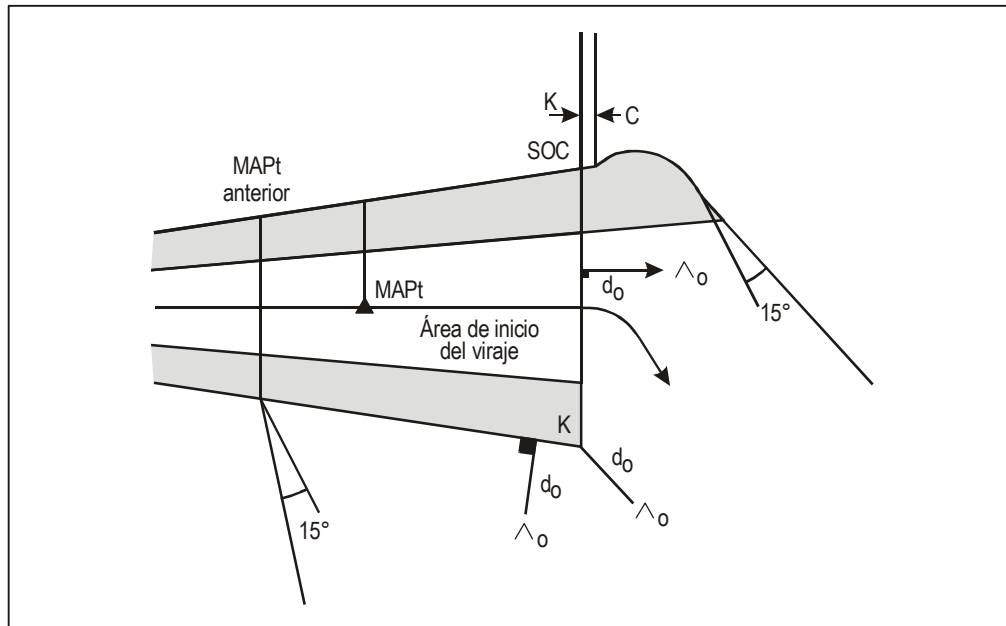


Figura I-4-6-20. Aproximación frustrada con viraje de más de 15° en el MAPt



## **Apéndice del Capítulo 6**

# **MÉTODO PERFECCIONADO PARA CALCULAR EL MAPt Y LAS TOLERANCIAS DE TRANSICIÓN PARA UN PUNTO DE APROXIMACIÓN FRUSTRADA DEFINIDO POR UNA DISTANCIA DESDE EL FAF**

### **1. INTRODUCCIÓN**

1.1 Este apéndice explica el método completo de la raíz de la suma de los cuadrados (RSS) para calcular la:

- a) distancia desde el MAPt anterior hasta el MAPt nominal;
- b) distancia desde el MAPt nominal hasta el MAPt posterior; y
- c) distancia desde el MAPt nominal hasta el SOC,

cuando el MAPt está definido por una distancia desde el FAF.

1.2 Los criterios que contiene la Parte I, Sección 4, Capítulo 6, 6.1.6.3, “Determinación del SOC con un MAPt definido por una distancia desde el FAF (método simplificado)” son conservadores, en algunos casos. Para superar este aspecto, las distancias se podrán calcular con precisión utilizando las fórmulas de este apéndice.

1.3 Las ecuaciones del Capítulo 6, Tabla I-4-6-1, “Valores de Z (MAPt anterior y posterior para un MAPt determinado por una distancia desde el FAF)” y Capítulo 6, Tabla I-4-6-2, “Cálculo de la distancia de transición” se obtienen por interpolación lineal partiendo del cálculo preciso de la RSS en los valores extremos considerados [por ejemplo, Categorías de aeronaves A a D y para cualquier elevación del aeródromo hasta 4 000 m (13 000 ft)].

### **2. CÁLCULO**

#### **2.1 Generalidades**

El cálculo de cada distancia significativa se realiza en dos etapas, utilizando las velocidades de aproximación final máxima y mínima para la categoría de aeronaves en cuestión. La distancia considerada es la mayor de las dos obtenidas.

#### **2.2 Factores**

El método empírico RSS considera los siguientes factores:

- a) la tolerancia del punto de referencia en el FAF [supuestamente 1,9 km (1,0 NM) para desarrollar las ecuaciones simplificadas que contiene este Capítulo];

- b) la velocidad mínima autorizada con ISA – 10°C o la velocidad máxima autorizada con ISA + 15°C, la que resulte más crítica para cada categoría de aeronaves considerada;
- c) el efecto de un viento de  $\pm 56$  km/h ( $\pm 30$  kt); y
- d) una tolerancia de cronometraje de – 10 a + 13 segundos, que incluye una tolerancia de cronometraje para el piloto de  $\pm 10$  segundos y un tiempo de reacción del piloto de entre 0 y 3 segundos.

*Nota.— El valor de c) corresponde al efecto de un viento imprevisto de  $\pm 56$  km/h ( $\pm 30$  kt) durante el tramo de aproximación final, que es diferente del efecto del viento de 19 km/h (10 kt) considerado para el cálculo de d y de las tolerancias X. En el último caso, la trayectoria de vuelo del avión está muy próxima al terreno y el viento real no podrá ser muy diferente del viento comunicado por el aeródromo.*

## 2.3 Parámetros

### 2.3.1

- a = distancia desde el punto anterior de tolerancia del FAF hasta el FAF;
- b = distancia desde el FAF hasta el punto posterior de tolerancia del FAF;
- D = distancia desde el FAF hasta el MAPt nominal;
- TASMIN = IAS más baja en aproximación final para la categoría de aeronaves en cuestión (Tablas I-4-1-1 y I-4-1-2 del Capítulo 1) convertida en TAS, teniendo en cuenta la elevación del aeródromo y la temperatura ISA – 10;
- TASMAX = IAS más alta en aproximación final para la categoría de aeronaves en cuestión (Tablas I-4-1-1 y I-4-1-2 del Capítulo 1), convertida en TAS, teniendo en cuenta la elevación del aeródromo y la temperatura ISA + 15.

### 2.3.2 Distancia desde el MAPt anterior hasta el MAPt nominal

Unidades del SI

$$X1 = [a^2 + (TASMIN \times 10/3600)^2 + (56 \times D/TASMIN)^2]^{0.5}$$

$$X2 = [a^2 + (TASMAX \times 10/3600)^2 + (56 \times D/TASMAX)^2]^{0.5}$$

Unidades ajenas al SI

$$X1 = [a^2 + (TASMIN \times 10/3600)^2 + (30 \times D/TASMIN)^2]^{0.5}$$

$$X2 = [a^2 + (TASMAX \times 10/3600)^2 + (30 \times D/TASMAX)^2]^{0.5}$$

Distancia desde el MAPt anterior hasta el MAPt nominal =  $\max \{X1; X2\}$

### 2.3.3 Distancia desde el MAPt nominal hasta el MAPt posterior

Unidades del SI

$$X3 = [b^2 + (TASMIN \times 13/3600)^2 + (56 \times D/TASMIN)^2]^{0.5}$$

$$X4 = [b^2 + (TASMAX \times 13/3600)^2 + (56 \times D/TASMAX)^2]^{0.5}$$

Unidades ajenas al SI

$$X3 = [b^2 + (TASMIN \times 13/3600)^2 + (30 \times D/TASMIN)^2]^{0.5}$$

$$X4 = [b^2 + (TASMAX \times 13/3600)^2 + (30 \times D/TASMAX)^2]^{0.5}$$

Distancia desde el MAPt nominal hasta el MAPt posterior =  $\max \{X3; X4\}$

#### 2.3.4 Distancia desde el MAPt nominal hasta el SOC

Unidades del SI

$$X5 = [b^2 + (TASMIN \times 13/3600)^2 + (56 \times D/TASMIN)^2]^{0.5} + 15 \times (TASMIN + 19)/3600$$

$$X6 = [b^2 + (TASMAX \times 13/3600)^2 + (56 \times D/TASMAX)^2]^{0.5} + 15 \times (TASMAX + 19)/3600$$

Unidades ajenas al SI

$$X5 = [b^2 + (TASMIN \times 13/3600)^2 + (30 \times D/TASMIN)^2]^{0.5} + 15 \times (TASMIN + 10)/3600$$

$$X6 = [b^2 + (TASMAX \times 13/3600)^2 + (30 \times D/TASMAX)^2]^{0.5} + 15 \times (TASMAX + 10)/3600$$

Distancia desde el MAPt nominal hasta el SOC =  $\max \{X5; X6\}$ .



## **Capítulo 7**

# **ÁREA DE MANIOBRA DE APROXIMACIÓN VISUAL (EN CIRCUITO)**

### **7.1 GENERALIDADES**

#### **7.1.1 Definición de términos**

Maniobra de aproximación visual (en circuito) es la expresión utilizada para describir la fase visual del vuelo después de completar una aproximación por instrumentos, que pone la aeronave en posición para el aterrizaje en una pista que no está adecuadamente situada para aproximaciones directas; es decir, una pista en la que no pueden cumplirse los criterios de alineación o de pendiente de descenso.

#### **7.1.2 Área que se debe considerar para el franqueamiento de obstáculos**

El área de maniobra de aproximación visual (en circuito) es aquella en que se tendrá en cuenta el franqueamiento de obstáculos para aeronaves que realizan maniobras de aproximación visual (en circuito).

#### **7.1.3 Maniobra de aproximación visual para helicópteros**

Este capítulo no es aplicable a la Categoría H. En una aproximación por instrumentos en que el eje de aterrizaje no permite una aproximación directa, los helicópteros deben realizar una maniobra visual en condiciones meteorológicas de visibilidad adecuada para evitar cualquier obstáculo existente en las proximidades de la FATO. La OCA/H para maniobras de aproximación visual para helicópteros no deberá ser inferior a 75 m (246 ft).

#### **7.1.4 Derrota prescrita para maniobras de aproximación visual**

En aquellos lugares en que las condiciones de visibilidad claramente definidas así lo permitan, y siempre que sea operacionalmente deseable, podrá establecerse una derrota específica para maniobras de aproximación visual (además del área de circuito). Ver el apéndice de este capítulo.

### **7.2 ALINEACIÓN Y ÁREA**

#### **7.2.1 Método para definir el área**

7.2.1.1 Las dimensiones del área de maniobra de aproximación visual (en circuito) varían según la categoría de aeronaves. Para definir los límites del área:

- a) trazar un arco desde el centro del umbral de cada pista de aterrizaje útil con un radio apropiado para la categoría de aeronaves en cuestión. En las Tablas I-4-7-1 y I-4-7-2 se indican algunos valores de ejemplo;

- b) desde los extremos de arcos adyacentes, trazar líneas tangentes a los arcos; y
- c) unir las líneas tangentes.

El área así comprendida es el área de maniobra de aproximación visual (en circuito). Véanse las Figuras I-4-7-1 y I-4-7-2.

7.2.1.2 Debe observarse que, a título de ejemplo, en la Figura I-4-7-1 se utiliza el radio para las aeronaves de Categoría E. Considerar los arcos desde las pistas utilizables por aeronaves de Categoría E solamente resulta operacionalmente ventajoso.

7.2.1.3 En la Figura I-4-7-2 todas las pistas se utilizan porque están disponibles para aeronaves de la Categoría A. No obstante, como el radio para la Categoría A es menor que el radio para la Categoría E, el área total para las aeronaves es ligeramente más pequeña de lo que sería si se aplicasen íntegramente los criterios para la Categoría E.

## 7.2.2 Parámetros

Los parámetros en que se basan los radios para la maniobra de aproximación visual (en circuito) son los siguientes:

- a) *velocidad*: velocidad para cada categoría como se indica en las Tablas I-4-1-1 y I-4-1-2 del Capítulo 1;
- b) *viento*:  $\pm 46$  km/h (25 kt) durante el viraje; y
- c) *inclinación*: 20° de promedio conseguido, o el ángulo de inclinación lateral que genere una velocidad de viraje de 3° por segundo, lo que suponga menos inclinación lateral. (Véanse las Figuras II-4-1-Ap A-2 y II-4-1-Ap A-3 en la Parte II, Sección 4, Apéndice A del Capítulo 1, “Parámetros para la construcción del área de espera”).

## 7.2.3 Método de determinación

El radio se determina usando las fórmulas de la Sección 2, Capítulo 3, “Construcción del área de viraje”, aplicando una velocidad del viento de 46 km/h (25 kt) a la velocidad verdadera (TAS) para cada categoría de aeronaves, y utilizando las IAS para maniobras de aproximación visual que figuran en las Tablas I-4-1-1 y I-4-1-2 del Capítulo 1. La TAS se basa en:

- a) *altitud*: elevación del aeródromo + 300 m (1 000 ft); y
- b) *temperatura*: ISA + 15°.

## 7.2.4 Visibilidad y OCA/H mínima

Se supone que la visibilidad mínima disponible para un piloto en el valor de OCA/H más bajo será la que se indica en la Tabla I-4-7-3. Esta información no se necesita para construir el procedimiento, pero se incluye como base para la elaboración de los mínimos operacionales.

## 7.3 FRANQUEAMIENTO DE OBSTÁCULOS

Véase 5.4.4, “OCA/H para maniobras visuales (en circuito)”, y la Tabla I-4-7-3.

## 7.4 MÉTODO PARA REDUCIR LA OCA/H

### 7.4.1 Área que puede ignorarse

En el cálculo de la OCA/H se podrá ignorar un sector del área de maniobras visuales (en circuito) en que exista un obstáculo prominente, si se encuentra fuera de las áreas de aproximación final y de aproximación frustrada. El límite del sector está determinado por las dimensiones de las superficies de aproximación por instrumentos del Anexo 14 (véase la Figura I-4-7-3).

### 7.4.2 Promulgación

Siempre que se escoja esta opción, el procedimiento publicado deberá prohibir al piloto volar en circuito en la totalidad del sector en que se encuentre el obstáculo (véase la Figura I-4-7-4).

## 7.5 APROXIMACIÓN FRUSTRADA RELACIONADA CON LA MANIOBRA VISUAL

No se construirá ningún área de aproximación frustrada específicamente para la maniobra de aproximación visual.

## 7.6 PROMULGACIÓN

Se aplican los criterios generales del Capítulo 9, “Cartas/AIP”. La carta de aproximación por instrumentos para una maniobra visual se identificará mediante el tipo de ayuda para la navegación utilizada como guía lateral para la aproximación final, seguido de un sufijo de una sola letra, empezando por la letra A. La letra del sufijo no deberá utilizarse de nuevo para ningún otro procedimiento en ese aeródromo, o en otro aeródromo de la misma ciudad, ni en ningún otro aeródromo del mismo Estado con servicios a una ciudad con el mismo nombre. Los valores de OCA/H para el procedimiento deberán ser el de OCA/H para aproximación o para aproximación frustrada, de ambos el que sea mayor, y deberá publicarse de acuerdo con el contenido del Capítulo 5, 5.5.6, “Publicación de la OCA/H” y 5.4.4, “OCA/H para maniobras visuales (en circuito)”.

**Tabla I-4-7-1. Ejemplo de determinación de radios para el área de maniobra de aproximación visual (en circuito) para aeródromos a 300 m MSL (unidades del SI)**

<i>Categoría de aeronaves/IAS (km/h)</i>	<i>A/185</i>	<i>B/250</i>	<i>C/335</i>	<i>D/380</i>	<i>E/445</i>
TAS a 600 m MSL + 46 km/h factor viento (km/h)	241	310	404	448	516
Radio (r) de viraje (km)	1,28	2,08	3,46	4,34	5,76
Tramo recto (km) (es un valor constante independiente de la elevación del aeródromo)	0,56	0,74	0,93	1,11	1,30
Radio (R) desde el umbral (km)	3,12	4,90	7,85	9,79	12,82
<i>Nota.— Radio desde el umbral (R) = 2r + tramo recto.</i>					

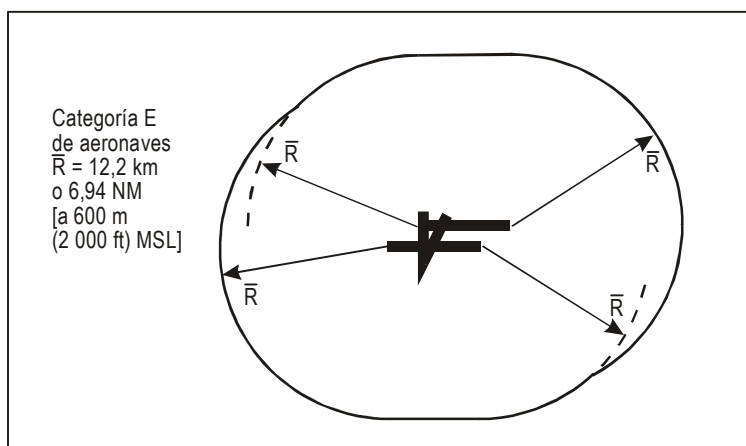
**Tabla I-4-7-2. Ejemplo de determinación de radios para el área de maniobra de aproximación visual (en circuito) para aeródromos a 1 000 ft MSL (unidades ajenas al SI)**

<i>Categoría de aeronaves/IAS (kt)</i>	<i>A/100</i>	<i>B/135</i>	<i>C/180</i>	<i>D/205</i>	<i>E/240</i>
TAS a 2 000 ft MSL + 25 kt factor viento (kt)	131	168	215	242	279
Radio (r) de viraje (NM)	0,69	1,13	1,85	2,34	3,12
Tramo recto (NM) (es un valor constante independiente de la elevación del aeropuerto)	0,30	0,40	0,50	0,60	0,70
Radio (R) desde el umbral (NM)	1,68	2,66	4,20	5,28	6,94
<i>Nota.— Radio desde el umbral (R) = 2r + tramo recto.</i>					

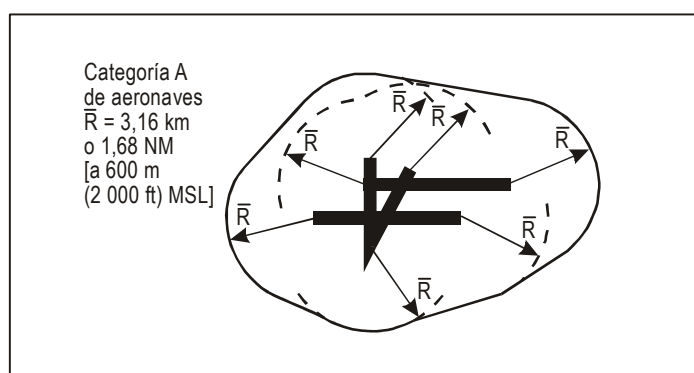
**Tabla I-4-7-3. MOC y OCA/H para aproximación visual (en circuito)**

<i>Categoría de aeronaves</i>	<i>Margen de franqueamiento de obstáculos m (ft)</i>	<i>Límite inferior de OCH sobre la elevación del aeródromo m (ft)</i>	<i>Visibilidad mínima km (NM)</i>
A	90 (295)	120 (394)	1,9 (1,0)
B	90 (295)	150 (492)	2,8 (1,5)
C	120 (394)	180 (591)	3,7 (2,0)
D	120 (394)	210 (689)	4,6 (2,5)
E	150 (492)	240 (787)	6,5 (3,5)

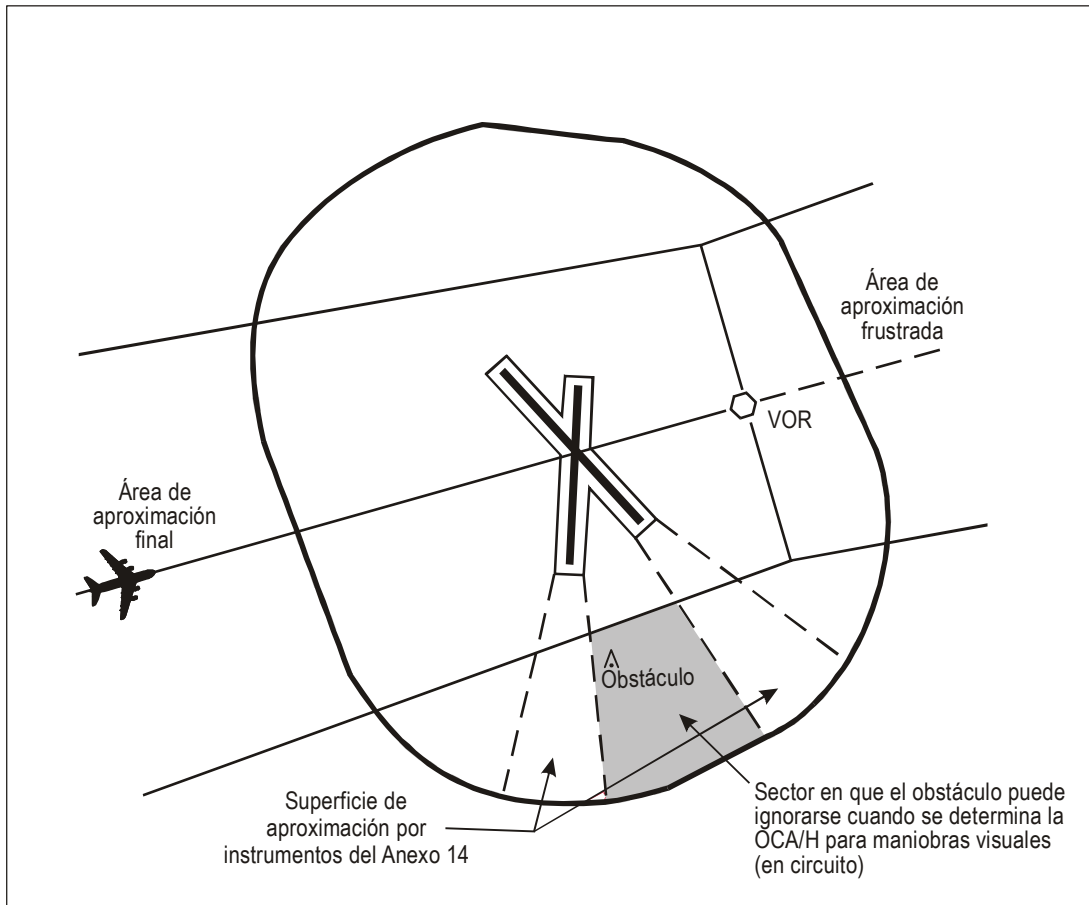




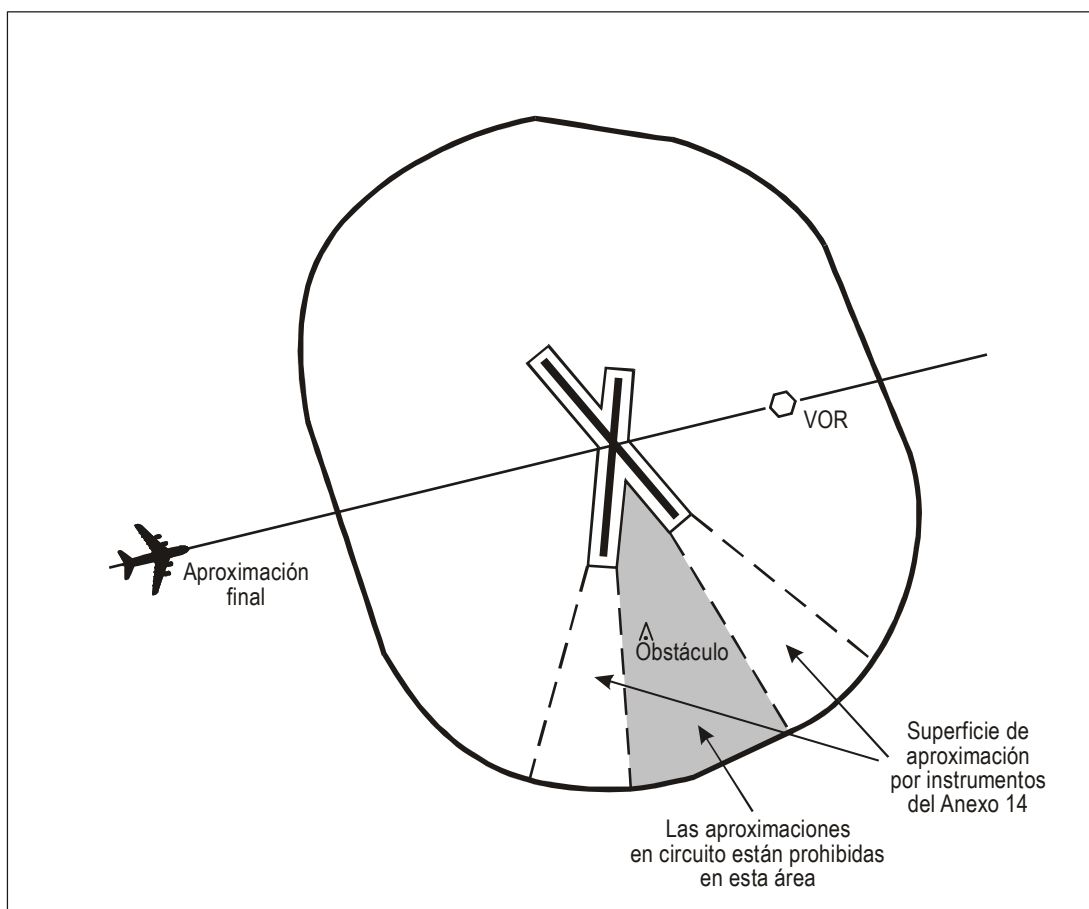
**Figura I-4-7-1. Construcción del área de maniobra de aproximación visual (en circuito)**



**Figura I-4-7-2. Área de maniobra de aproximación visual (en circuito)**



**Figura I-4-7-3. Área de maniobra de aproximación visual (en circuito) — franqueamiento de obstáculos**



**Figura I-4-7-4. Área de maniobra de aproximación visual (en circuito) — prohibición de maniobra**



## Apéndice del Capítulo 7

### MANIOBRAS VISUALES UTILIZANDO DERROTAS PRESCRITAS

#### 1. GENERALIDADES

1.1 En aquellos lugares en que las características claramente definidas lo permitan, y siempre que sea conveniente, se podrá prescribir una derrota específica para las maniobras visuales (además del área de circuito). Esta derrota deberá incluirse dentro de los límites del área de circuito designada para las mismas categorías de aeronaves. En caso contrario, el procedimiento debería denominarse “procedimiento de aproximación VISUAL” en vez de “maniobras VISUALES”.

1.2 Las características visuales para definir la derrota y (en caso necesario) los puntos de cambio de altitud en la derrota podrán complementarse mediante puntos de referencia de radio (por ejemplo, radial VOR, distancia DME, etc.). La tolerancia de un punto de referencia de radio deberá ser igual o mejor que la tolerancia de la característica visual. Un punto de referencia de radio no podrá utilizarse si no existe la característica visual correspondiente.

1.3 Al final de la derrota de maniobra visual, se prevé un procedimiento de “motor y al aire” para una segunda maniobra de derrota prescrita. En algunos casos, el procedimiento de “motor y al aire” se podrá incorporar al procedimiento de aproximación frustrada por instrumentos.

#### 2. DERROTA

2.1 Deberán considerarse diferentes tipos de derrota, siendo los más comunes los que ilustra la Figura I-4-7-Ap-1.

2.2 *Agrupamiento de derrotas.* Es posible establecer una derrota para cada categoría de aeronaves, pero para mayor simplicidad se recomienda una derrota común para todas las categorías de aeronaves o bien una para las categorías A y B, y otra para las categorías C, D y E, si ello no crea limitaciones operacionales.

2.3 *Punto de divergencia.* Este punto deberá definirse con una característica visual fácilmente identificable (si fuera preciso complementando su identificación mediante un punto de referencia de radio con tolerancia inferior a 0,5 NM; por ejemplo, la baliza intermedia o una distancia DME).

#### 2.4 Tramo divergente

2.4.1 Este tramo une el tramo de aproximación final por instrumentos al tramo a favor del viento de la derrota prescrita. En algunos casos, este tramo puede sustituirse por una maniobra de viraje [véase la Figura I-4-7-Ap-1 e)] o una de tipo S [véase la Figura I-4-7-Ap-1 c)].

2.4.2 En el caso de la Figura I-4-7-Ap-2, se recomienda que el final del tramo divergente tenga lugar antes del punto en la transversal al umbral utilizado para la derrota prescrita.

2.4.3 El ángulo que forman el tramo divergente y la pista utilizada para la derrota prescrita deberá ser inferior o igual a 45°.

2.4.4 La longitud y la orientación magnética del tramo divergente deben publicarse.

## 2.5 Tramo “a favor del viento”

Este tramo es paralelo al eje de la pista y su longitud la determinan la posición del tramo divergente y la longitud del tramo final de la derrota prescrita. La longitud y la orientación magnética del tramo “a favor del viento” deben publicarse.

## 2.6 Radio de viraje

La velocidad debería ser la velocidad verdadera, calculada a partir de la velocidad indicada máxima para la maniobra visual (véanse las Tablas I-4-1-1 y I-4-1-2 en el Capítulo 1):

- a) *altitud*: elevación del aeródromo + 300 m (1 000 ft); y
- b) *temperatura*: ISA + 15°C.

*Nota.— En caso necesario (debido a obstáculos limitadores que deben evitarse) la velocidad indicada podrá reducirse, pero no por debajo de la velocidad indicada máxima para el tramo final (Tablas I-4-1-1 y I-4-1-2) para la categoría de aeronaves. En tal caso, la velocidad indicada máxima deberá publicarse en la carta.*

## 2.7 Tramo final (de la derrota prescrita)

La longitud del tramo final de la derrota prescrita se basa en 30 segundos de vuelo a una velocidad que debería ser la velocidad verdadera calculada a partir de la velocidad indicada máxima para aproximación final (Tablas I-4-1-1 y I-4-1-2) para:

- a) *altitud*: elevación del aeropuerto + 300 m (1 000 ft); y
- b) *temperatura*: ISA + 15°C.

Cuando la altitud mínima deba mantenerse al comienzo de este tramo, el diseñador de procedimientos debería comprobar su longitud para prever pendientes de descenso en aproximación final de menos del 10% (óptimo: 5,2%/3°).

## 2.8 Inclinación

Ángulo de inclinación lateral conseguido, promedio de 25°.

## 2.9 Derrota de “motor y al aire”

En todos los casos, la derrota prescrita facilita una trayectoria para “motor y al aire”. En general, esta maniobra consiste en un viraje de 180° que comienza al final de la pista y abarca hasta el tramo “a favor del viento” de la derrota prescrita. Cuando no proceda este tipo de procedimiento, si existe un obstáculo limitador por debajo de la maniobra de viraje de 180° o si existe algún tipo especial de derrota prescrita (véase la Figura I-4-7-Ap-3), se establecerá un procedimiento de “motor y al aire” para iniciar la maniobra de aproximación frustrada por instrumentos.

### 3. ÁREA ASOCIADA CON LA DERROTA PRESCRITA

Esta área se basa en la derrota nominal, más un área intermedia de anchura (w) al exterior de la derrota nominal. El área intermedia comienza en el punto “de divergencia” y sigue la derrota, incluyendo una maniobra de “motor y al aire” para una segunda maniobra visual según la derrota prescrita. (Véanse la Tabla I-4-7-Ap-1 y la Figura I-4-7-Ap-4).

### 4. MARGEN MÍNIMO DE FRANQUEAMIENTO DE OBSTÁCULOS Y OCA/H

La OCA/H para maniobras visuales en derrotas prescritas deberá prever el margen mínimo para el franqueamiento de obstáculos (MOC) por encima del obstáculo de mayor altura existente en el área de la derrota prescrita. Deberá ser conforme a los límites recogidos en la Tabla I-4-7-Ap-2 y no ser inferior a la OCA/H calculada para el procedimiento de aproximación por instrumentos que precede a la maniobra de aproximación visual.

### 5. AYUDAS VISUALES

Las ayudas visuales asociadas con la pista utilizada para la derrota prescrita (por ejemplo, luces de destellos en secuencia, PAPI, VASIS) figuran en la carta de aproximación con sus características principales (por ejemplo, pendiente del PAPI o VASIS). La iluminación de obstáculos también se especifica en la carta de aproximación.

**Tabla I-4-7-Ap-1. Semianchura del corredor**

<i>Categoría de aeronaves</i>	<i>A</i>	<i>B</i>	<i>C</i>	<i>D</i>	<i>E</i>
Semianchura del corredor (w)					
metros	1 400	1 500	1 800	2 100	2 600
(pies)	4 593	4 921	5 905	6 890	8 530

**Tabla I-4-7-Ap-2. OCA/H mínima para maniobras visuales en derrotas prescritas**

<i>Categoría de aeronaves</i>	<i>Margen de franqueamiento de obstáculos m (ft)</i>	<i>OCH mínima por encima de la elevación del aeródromo m (ft)</i>	<i>Visibilidad mínima km (NM)</i>
A	90 (295)	120 (394)	1,9 (1,0)
B	90 (295)	150 (492)	2,8 (1,5)
C	120 (394)	180 (591)	3,7 (2,0)
D	120 (394)	210 (689)	4,6 (2,5)
E	150 (492)	240 (787)	6,5 (3,5)

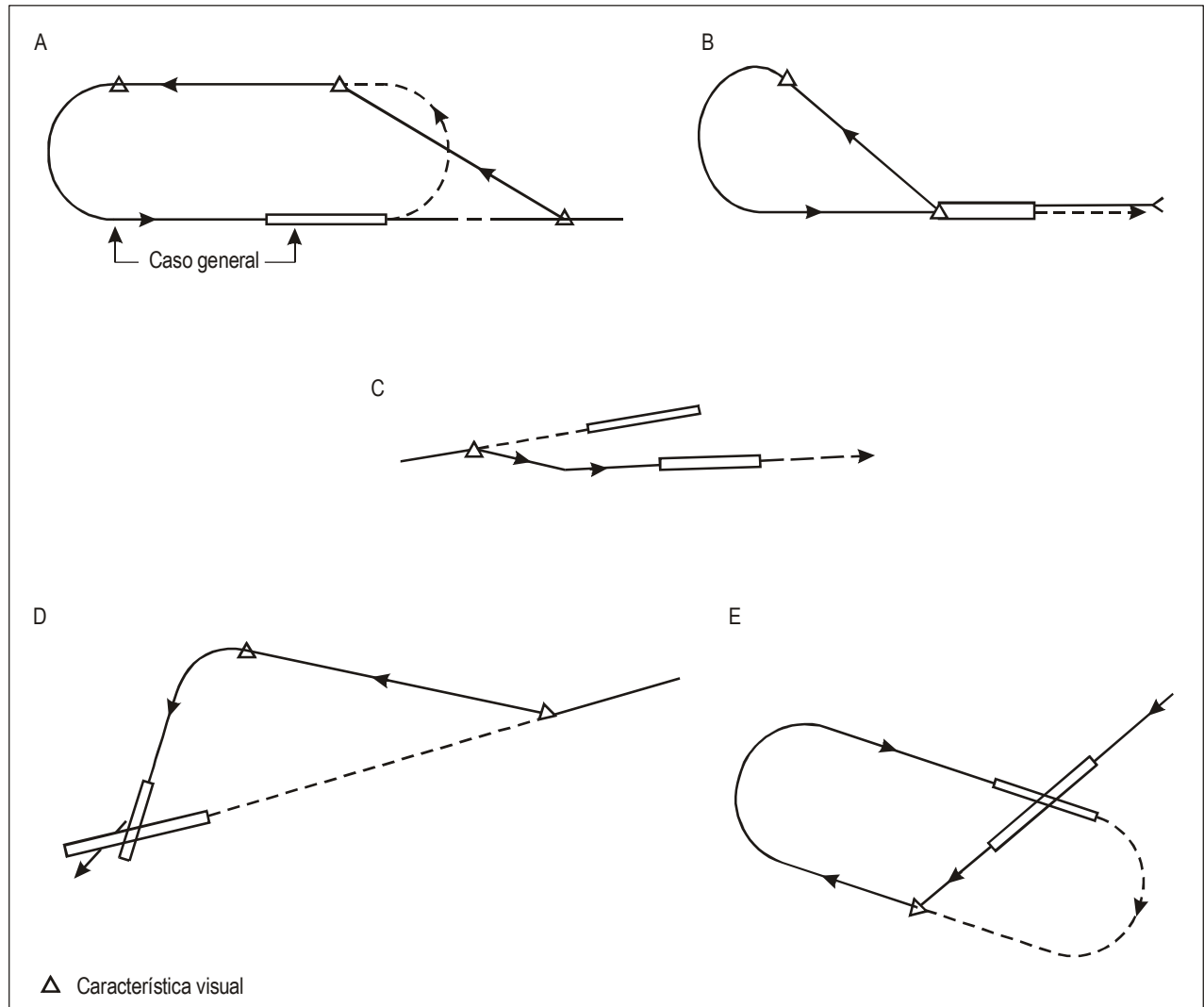
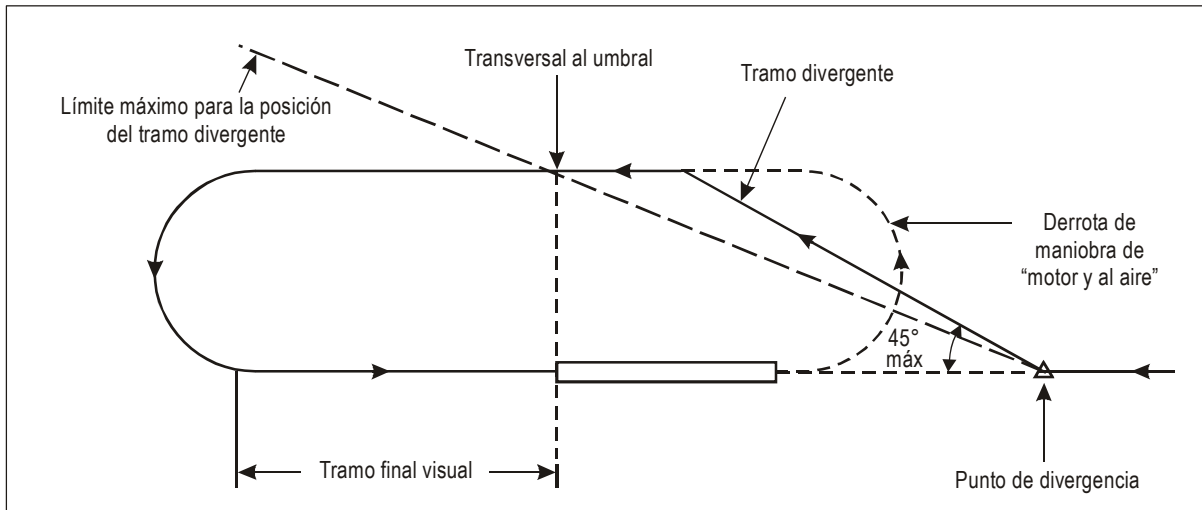
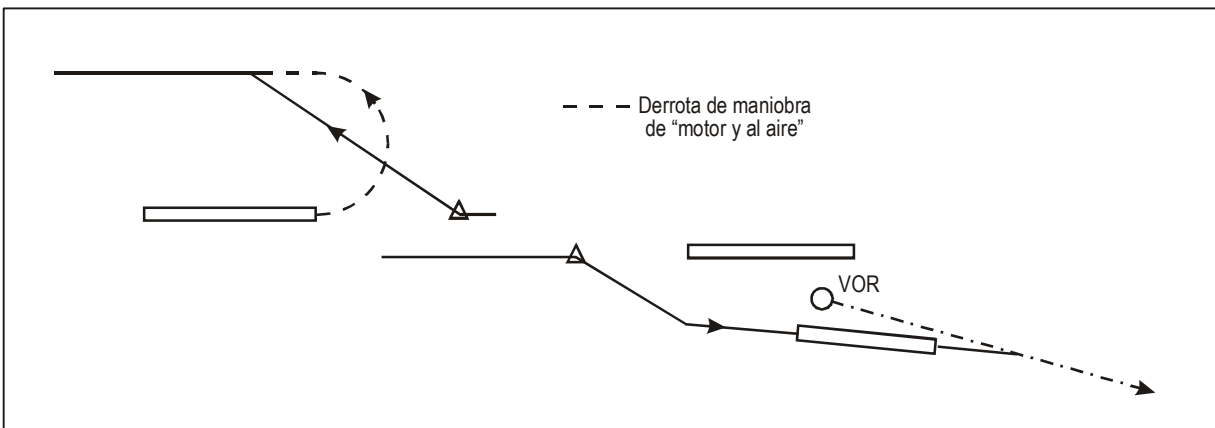


Figura I-4-7-Ap-1. Casos comunes de derrotas

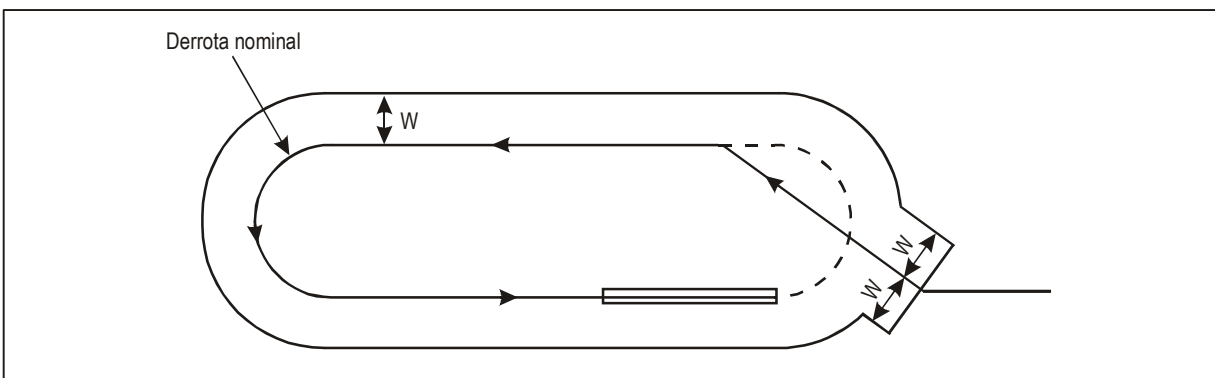




**Figura I-4-7-Ap-2. Caso general de derrota normalizada**



**Figura I-4-7-Ap-3. Derrota prescrita para "motor y al aire"**



**Figura I-4-7-Ap-4. Área**



## **Capítulo 8**

### **ALTITUDES MÍNIMAS DE SECTOR (MSA)**

#### **8.1 GENERALIDADES**

8.1.1 Las altitudes mínimas de sector deberán establecerse para todo aeródromo en que se hayan establecido procedimientos de aproximación por instrumentos. Cada altitud mínima de sector se calculará:

- a) considerando la mayor elevación en el sector en cuestión;
- b) añadiendo un margen de al menos 300 m (1 000 ft); y
- c) redondeando al alza el resultado al incremento inmediato de 50 m o 100 ft, según proceda.

8.1.2 Si la diferencia entre altitudes de sector es insignificante (por ejemplo, del orden de 100 m o 300 ft, según proceda) podrá establecerse una altitud mínima aplicable a todos los sectores.

8.1.3 Se aplicará una altitud mínima en un radio de 46 km (25 NM) desde la instalación de recalada en que esté basada la aproximación por instrumentos. El margen mínimo de franqueamiento de obstáculos al sobrevolar zonas montañosas debería incrementarse hasta un máximo de 300 m (1 000 ft).

#### **8.2 OBSTÁCULOS EN EL ÁREA TOPE**

Los obstáculos existentes en un área tope de 9 km (5 NM) en torno a los límites de un sector dado también se considerarán. Si tales obstáculos fueran más altos que el obstáculo más alto existente en el sector, la altitud mínima del sector deberá calcularse:

- a) considerando la mayor elevación en el área tope de que se trata;
- b) añadiendo un margen de 300 m (1 000 ft), como mínimo; y
- c) redondeando al alza el resultado a los 50 m (100 ft) inmediatos.

#### **8.3 ORIENTACIÓN DE LOS SECTORES**

Por lo general, los sectores coinciden con los cuadrantes de la brújula. No obstante, cuando sea conveniente por condiciones topográficas o de otra naturaleza, los límites de los sectores podrán escogerse para lograr las altitudes mínimas de sector más favorables. Véase la Figura I-4-8-1.

## 8.4 COMBINACIÓN DE SECTORES DE INSTALACIONES ADYACENTES

8.4.1 Cuando más de una instalación proporcione servicios de aproximación por instrumentos a un mismo aeródromo, e intervengan varios diagramas de altitudes mínimas de sector, se producirán diagramas individuales y se calcularán altitudes mínimas de sector.

8.4.2 En caso de que dichas instalaciones se encuentren a menos de 9 km (5 NM) de distancia, la altitud mínima de sector — para cada sector — deberá ser la mayor de todas las altitudes calculadas para ese sector en particular, con respecto a cada instalación que sirva al aeródromo.

## 8.5 SECTORES CUYO CENTRO ES UN VOR/DME O UN NDB/DME

8.5.1 En sectores cuyo centro es un VOR/DME o un NDB/DME, es posible definir un límite adicional (arco DME) dentro de un sector, dividiendo el sector en dos subsectores con la MSA menor en el área interior.

8.5.2 El radio (R) utilizado para el arco DME debería ser de entre 19 y 28 km (10 y 15 NM) para evitar la utilización de un subsector excesivamente pequeño. La anchura del área tope entre los subsectores continuará siendo de 9 km (5 NM) (véase la Figura I-4-8-2).

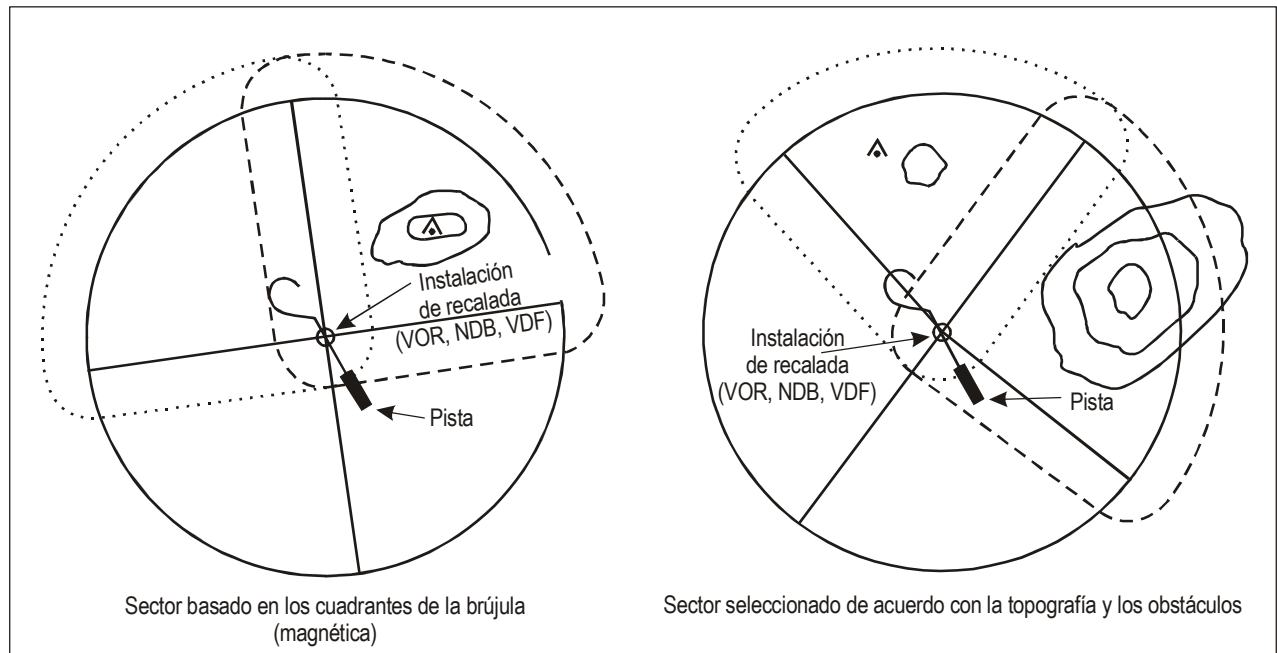


Figura I-4-8-1. Orientación de sectores

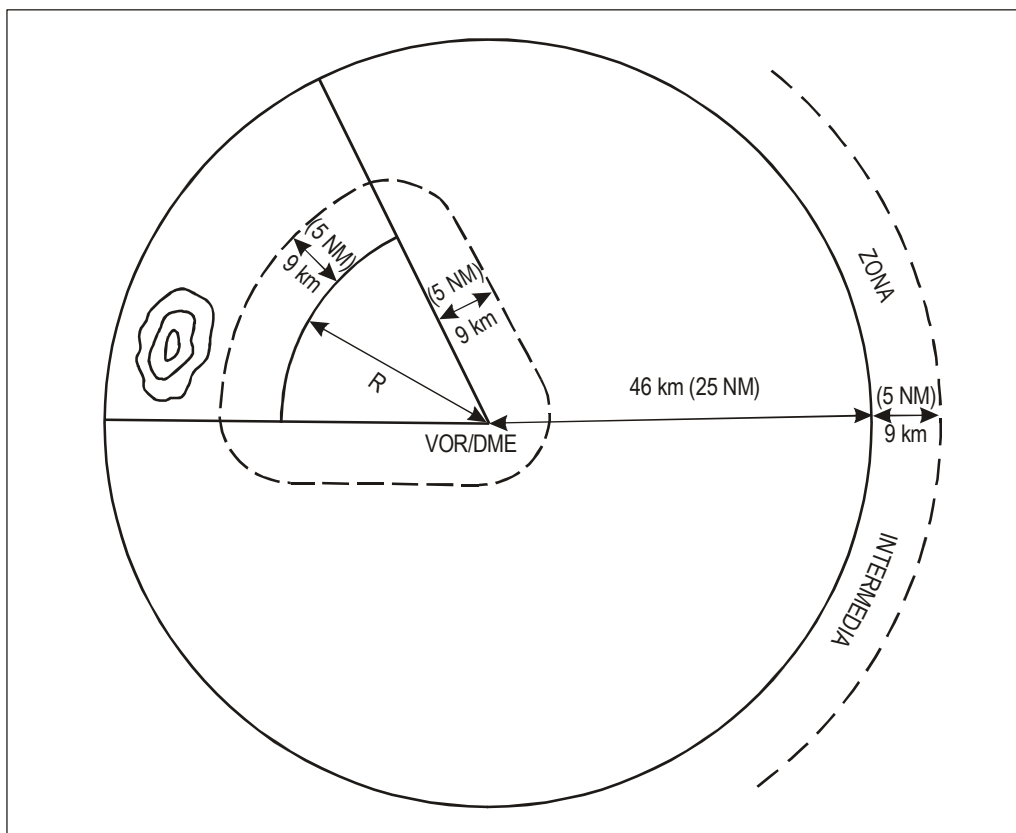


Figura I-4-8-2. Caso de subsectores VOR/DME delimitados por un arco DME



## **Capítulo 9**

### **CARTAS/AIP**

#### **9.1 GENERALIDADES**

En el Anexo 4 figuran los textos relativos a la publicación de cartas, como se describe a continuación:

- a) Carta de salida normalizada — Vuelo por instrumentos (SID) — OACI, Anexo 4, Capítulo 9;
- b) Carta de llegada normalizada — Vuelo por instrumentos (STAR) — OACI, Anexo 4, Capítulo 10; y
- c) Carta de aproximación por instrumentos — OACI, Anexo 4, Capítulo 11.

#### **9.2 ALTITUDES/NIVELES DE VUELO EN LAS CARTAS**

*Descripción de la altitud.* Los procedimientos de llegada pueden establecerse para separar reglamentariamente el tránsito aéreo. En tal caso, los procedimientos podrán acompañarse con altitudes/niveles de vuelo que no estén asociados con requisitos de franqueamiento de obstáculos, pero que han sido elaborados para separar el tránsito de llegada y el de salida de manera reglamentaria. Las altitudes y los niveles de vuelo deberán incluirse en las cartas como se indica en la Tabla I-4-9-1. El método de inclusión de altitudes/niveles de vuelo en las cartas y describir correctamente el procedimiento en cuestión podrá diferir según el fabricante de aviónica de que se trate.

#### **9.3 LLEGADA**

En algunos casos es necesario designar rutas de llegada desde la estructura en ruta al punto de referencia de aproximación inicial. Sólo se establecerán y publicarán las rutas que supongan una ventaja operacional teniendo en consideración el flujo de tránsito aéreo local.

#### **9.4 APROXIMACIÓN**

##### **9.4.1 Generalidades**

9.4.1.1 Los valores óptimos y máximos para pendientes y ángulos de descenso se especifican dependiendo del tipo de procedimiento y del tramo de aproximación. Las pendientes y los ángulos de descenso utilizados en la construcción del procedimiento se publicarán para el tramo de aproximación final. Es preferible que también se publiquen para los otros tramos de aproximación, siempre que sea apropiado.

9.4.1.2 *Identificación de puntos de referencia.* Cuando se establezcan IAF, IF, FAF, MAPt, TP y otros puntos de referencia o puntos esenciales se publicarán en la carta de aproximación.

9.4.1.3 *Requisitos de la base de datos aeronáutica.* Para las aproximaciones que no son RNAV los datos que siguen se publicarán en forma de tabla en el dorso de la Carta de aproximación por instrumentos de la OACI o en una hoja aparte con las debidas referencias (véase el Anexo 4, Capítulo 11):

- a) puntos de referencia/puntos de aproximación final y otros puntos de referencia/puntos esenciales que comprenda el procedimiento de aproximación por instrumentos identificados con sus coordenadas geográficas en grados, minutos, segundos y décimas de segundo;
- b) marcaciones para la determinación de puntos de referencia para los procedimientos de aproximación por instrumentos redondeadas a la centésima de grado inmediata;
- c) distancia para la determinación de los puntos de referencia para los procedimientos de la aproximación por instrumentos redondeada a la centésima de milla marina inmediata;
- d) para aproximaciones que no son de precisión, el ángulo de descenso de aproximación final redondeado a la centésima de grado inmediata.

#### 9.4.2 Tramo de aproximación inicial

9.4.2.1 Deberán publicarse procedimientos independientes en caso de:

- a) altitudes mínimas diferentes;
- b) cronometrajes diferentes; o
- c) derrotas de alejamiento diferentes

que se especifiquen para distintas categorías de aeronaves.

9.4.2.2 No deberán especificarse velocidades por debajo del valor mínimo de aproximación inicial para una determinada categoría de aeronaves (véanse las Tablas I-4-1-1 y I-4-1-2 del Capítulo 1). Si se elaboran procedimientos que excluyen determinadas categorías de aeronaves por razones de velocidad, deberá mencionarse explícitamente.

#### 9.4.3 Tramo de aproximación final

9.4.3.1 Para cada procedimiento de aproximación por instrumentos y cada procedimiento en circuito deberá publicarse una OCA y/o una OCH. Para procedimientos de aproximación que no sean de precisión, los valores se expresarán en incrementos de 5 m o 10 ft con redondeo al alza según proceda.

9.4.3.2 No deberá publicarse una OCA/H directa cuando no se cumplan los criterios relativos a pendientes de descenso o a alineación en aproximación final. En este caso sólo deberá publicarse la OCA/H de vuelo en circuito.

9.4.3.3 Aquellos procedimientos que requieran la utilización de reglajes del altímetro por pronóstico deberán anotarse adecuadamente en las cartas de aproximación.

9.4.3.4 *Aproximación con ángulo pronunciado.* Para procedimientos con una pendiente/ángulo de descenso mayor que el valor máximo especificado en el Capítulo 5 “Tramo de aproximación final”, se publicará una nota de advertencia en la carta de aproximación por instrumentos (véase el Anexo 4, 11.10.8.8).

9.4.3.5 *Guía vertical.* Cuando la información sobre la distancia esté disponible, para facilitar una aproximación final en descenso continuo (CDFA), debería proporcionarse la información de advertencia sobre el perfil de descenso



para la aproximación final a fin de ayudar al piloto a mantener la pendiente de descenso calculada. Esta información debería consistir en una tabla que indique las altitudes/alturas por las cuales la aeronave debería pasar a cada 2 km o 1 NM, según corresponda.

#### 9.4.4 Tramo de aproximación frustrada

9.4.4.1 Si el MAPt se define únicamente mediante una instalación o un punto de referencia en el MAPt, el procedimiento deberá anotarse como “el cronometraje para la definición del MAPt no está autorizado”.

9.4.4.2 Si el MAPt se define mediante una combinación de cronometrajes sobre la distancia desde el FAF nominal hasta el MAPt nominal, además de una instalación o un punto de referencia en el punto de aproximación frustrada, se aplicarán tanto las OCA/H para los cronometrajes como para el punto de referencia si puede resultar beneficioso en términos operacionales. Alternativamente, deberá publicarse una OCA/H única (de ambas, la mayor).

9.4.4.3 La OCA/H para el 2,5% nominal deberá publicarse siempre en la carta de aproximación por instrumentos. En caso de que se especifiquen pendientes ascensionales adicionales en la construcción del procedimiento de aproximación frustrada, dichas pendientes y sus valores de OCA/H asociados deberán publicarse como opciones alternativas.

9.4.4.4 La velocidad de aproximación frustrada final se indica en las Tablas I-4-1-1 y I-4-1-2 del Capítulo 1. No obstante, cuando operacionalmente sea preciso para evitar obstáculos, podrán utilizarse velocidades reducidas tan bajas como la IAS de aproximación frustrada siempre que en el procedimiento se anote “Viraje de aproximación frustrada limitado a un máximo de \_\_\_\_\_ km/h (kt) IAS.”

9.4.4.5 Cuando en la construcción del procedimiento de aproximación frustrada se emplee una pendiente de descenso distinta a la nominal, deberá indicarse así en la carta de aproximación por instrumentos y, además de la OCA/H para la pendiente en cuestión, también deberá indicarse la OCA/H aplicable a la pendiente nominal.

#### 9.4.5 Maniobras visuales

9.4.5.1 En el cálculo de la OCA/H, podrá ignorarse un sector en el área de maniobras en circuito en que exista un obstáculo prominente si se cumplen los criterios expuestos en el Capítulo 7, 7.4.1, “Área que puede ignorarse”.

9.4.5.2 Cuando se tome esta opción, el procedimiento publicado deberá prohibir al piloto volar en circuito dentro de la totalidad del sector en que se encuentre el obstáculo.

#### 9.4.6 Maniobras visuales con derrota prescrita

9.4.6.1 La longitud y orientación magnética del tramo divergente debe publicarse.

9.4.6.2 La longitud y orientación magnética del tramo “a favor del viento” debe publicarse.

9.4.6.3 *Radio de viraje.* En caso necesario (debido a la necesidad de evitar obstáculos limitadores) la velocidad indicada puede reducirse a no menos de la velocidad indicada máxima para el tramo final (Tablas I-4-1-1 y I-4-1-2 del Capítulo 1) para la categoría de aeronaves en cuestión. En tal caso, la velocidad indicada máxima debe publicarse en la carta.

## **9.5 DENOMINACIÓN DE PROCEDIMIENTOS PARA CARTAS DE LLEGADA Y APROXIMACIÓN**

### **9.5.1 Convención de denominación de procedimientos para vuelo por instrumentos**

En este párrafo se describen los aspectos generales de la denominación de procedimientos por instrumentos. Los aspectos específicos se describen en los capítulos correspondientes. Para evitar ambigüedades entre cartas, pantallas electrónicas del puesto de pilotaje y autorizaciones ATC, es preciso convenir una forma normalizada de denominación. Esta convención afecta a los siguientes aspectos de las cartas:

- a) identificación del procedimiento;
- b) requisitos para equipos adicionales; y
- c) casillas de mínimos.

### **9.5.2 Identificación del procedimiento**

9.5.2.1 *Generalidades.* La identificación del procedimiento sólo deberá contener el nombre describiendo el tipo de radioayuda para la navegación que provea guía lateral en la aproximación final. Los sistemas de aproximación de precisión como el ILS o el MLS se identificarán por el nombre del sistema (ILS, MLS, etc.). Si se utilizan dos radioayudas para la navegación como guía lateral en la aproximación final, el título solo deberá incluir la última radioayuda para la navegación que se utilice, por ejemplo:

Si se utiliza un NDB como punto de referencia en la aproximación final y se utiliza un VOR como última ayuda para la navegación durante la aproximación final a la pista 06, el procedimiento se identificará como VOR RWY 06. Si se utiliza un VOR para la aproximación inicial y posteriormente se utiliza un NDB para la aproximación final a la pista 24, el procedimiento deberá identificarse como NDB RWY 24.

9.5.2.2 Si se requieren ayudas para la navegación adicionales para el procedimiento de aproximación, deberán especificarse los requisitos de equipo adicional correspondientes en la vista en planta de la carta, aunque no en su título.

9.5.2.2.1 Los requisitos de equipo que se mencionan en la vista en planta se refieren sólo al equipo a bordo de la aeronave necesario para realizar el procedimiento en modo normal (es decir, no de reservar). Por ejemplo:

“ADF requerido” en una aproximación VOR;

“Doble ADF requerido”, cuando se requiera en una aproximación NDB en que se precisan dos ADF.

“DME requerido” en una aproximación VOR.

“SBAS requerido para este procedimiento” cuando la aplicación del SBAS se emplee fuera del tramo de aproximación final.

9.5.2.2.2 El equipo que se requiere en el espacio aéreo correspondiente puede mencionarse como requisitos de equipo.

9.5.2.2.3 Los equipos opcionales instalados que pueden soportar mínimos inferiores deberán evidenciarse en la casilla de mínimos. En tal caso, no es necesario incluir una nota en la carta. (Véase 9.5.4).

9.5.2.3 *Procedimientos múltiples.* Una carta de aproximación podrá incorporar más de un procedimiento de aproximación cuando los procedimientos para los tramos de aproximación intermedia, aproximación final y aproximación frustrada sean idénticos. Cuando en la misma carta se describa más de un procedimiento, el título deberá contener los nombres de todos los tipos de ayudas para la navegación utilizados como guía lateral en la aproximación final, separados por la palabra “o”. En una misma carta no podrán figurar más de tres tipos de procedimientos de aproximación, por ejemplo:

ILS o NDB RWY 35L

9.5.2.4 *Aproximación de helicópteros.* Las aproximaciones de helicópteros a una pista se identificarán de la misma forma que si se tratase de aeronaves de ala fija, incluyendo Categoría H en la casilla de mínimos. La aproximación de un helicóptero a un punto en el espacio o a un helipuerto se identificará mediante el tipo de ayuda para la navegación que se use como guía en la aproximación final, seguido por la derrota o el radial de aproximación final, por ejemplo:

VOR 235

9.5.2.5 *Aproximación en circuito.* Cuando en una carta sólo se faciliten los mínimos para volar en circuito, el procedimiento de aproximación se identificará por medio de la última radioayuda que haya proporcionado guía para la aproximación final seguido de una sola letra, empezando por la letra a. Cuando en un aeródromo, o en otro cercano, coincidan dos o más aproximaciones, se utilizará una letra distinta. Si la porción IFR del procedimiento es la misma pero se dan diferentes derrotas de vuelo en circuito para el mismo procedimiento, sólo se promulgará uno de los procedimientos con una denominación y el resto de los procedimientos en circuito se indicarán en el procedimiento. La letra del sufijo no se utilizará de nuevo para ningún otro procedimiento en ese aeródromo, ni en cualquier otro aeródromo de la misma ciudad, ni del mismo Estado si pertenece a una ciudad del mismo nombre, por ejemplo:

VOR-a

VOR-b

NDB-c

### 9.5.3 Doble identificación de procedimientos

9.5.3.1 Se utilizará un sufijo de una sola letra, empezando por la letra z después del tipo de radioayuda para la navegación, cuando dos o más procedimientos a la misma pista no se puedan distinguir por el tipo de radioayuda para la navegación, por ejemplo:

VOR y RWY 20

VOR z RWY 20

9.5.3.2 El sufijo de una sola letra se utilizará cuando:

- a) dos o más ayudas para la navegación del mismo tipo se utilizan en apoyo de diferentes aproximaciones a la misma pista;
- b) dos o más aproximaciones frustradas están asociadas a una aproximación común, y cada aproximación está identificada por un sufijo de una sola letra;
- c) diferentes procedimientos de aproximación que utilizan el mismo tipo de radionavegación se usan para diferentes categorías de aeronaves;

- d) dos o más llegadas se utilizan para una aproximación común y se publican en cartas diferentes, estando cada aproximación identificada por un sufijo de una sola letra. Si se requieren radioayudas para la navegación adicionales para las llegadas, se especificarán en la vista en planta de la carta, por ejemplo:

ILS y RWY 20 (en la vista en planta aparece “Llegada CAB VOR”)

ILS z RWY 20 (en la vista en planta aparece “Llegada DNA VOR”)

9.5.3.3 Puesto que algunos sistemas de aviónica sólo son capaces de contener una sola aproximación, los Estados deberían asegurarse de identificar la aproximación preferida con el sufijo z.

#### 9.5.4 Casillas de mínimos

9.5.4.1 La OCA/H para cada categoría de aeronaves deberá publicarse en la casilla de mínimos de la carta. Cuando una OCA/H se refiera a una ayuda para la navegación específica (p. ej., a puntos de referencia de escalón de descenso) o a una especificación de navegación determinada (véase la Parte III, Sección 5, Capítulo 1, 1.4), deberá identificarse con claridad. Por ejemplo:

OCA/(OCH)	CAT A	CAT B	CAT C	CAT D	CAT H
LNAV/VNAV	560 (250)	560 (250)	630 (320)	630 (320)	560 (250)
LNAV	710 (400)	710 (400)	810 (500)	810 (500)	710 (400)

o

OCA/(OCH)	CAT A	CAT B	CAT C	CAT D	CAT H
VOR/DME	610 (300)	610 (300)	610 (300)	610 (300)	610 (300)
VOR	660 (350)	660 (350)	660 (350)	660 (350)	660 (350)

o

OCA/(OCH)	CAT A	CAT B	CAT C	CAT D	CAT H
CAT I	210 (170)	210 (170)	220 (180)	230 (190)	210 (170)
RNP 0,3	290 (250)	290 (250)	290 (250)	290 (250)	290 (250)

9.5.4.2 Para las operaciones de aproximación y aterrizaje que cumplan los requisitos de performance APV I y APV II del Anexo 10, los mínimos deberían publicarse en las cartas como “LPV” (aproximación con actuación del localizador con guía vertical).

**Tabla I-4-9-1. Altitudes/niveles de vuelo en cartas**

“Ventana” de altitud/nivel de vuelo	<u>17 000</u> <u>10 000</u>	<u>FL220</u> <u>10 000</u>
Altitud/nivel de vuelo “a o por encima de”	<u>7 000</u>	<u>FL60</u>
Altitud/nivel de vuelo “a o por debajo de”	<u>5 000</u>	<u>FL50</u>
Altitud/nivel de vuelo “obligatorio”	<u>3 000</u>	<u>FL30</u>
Altitud/nivel de vuelo de procedimiento “recomendado”	5 000	FL50
Altitud/nivel de vuelo “prevista(o)”	Prever 5 000	Prever FL50



**Procedimientos para los  
servicios de navegación aérea**

**OPERACIÓN DE AERONAVES**

**Parte II**

**PROCEDIMIENTOS CONVENCIONALES**

## **Sección 1**

### **APROXIMACIONES DE PRECISIÓN**



# Capítulo 1

## SISTEMA DE ATERRIZAJE POR INSTRUMENTOS (ILS)

### 1.1 INTRODUCCIÓN

#### 1.1.1 Aplicación

Los criterios ILS que se exponen en detalle en este capítulo tienen en cuenta el funcionamiento del equipo de tierra y del equipo de a bordo y también la integridad necesaria para responder a los objetivos operacionales de las Categorías I, II y III que se describen en el Anexo 10.

#### 1.1.2 Construcción del procedimiento

El procedimiento que ha de seguirse a partir del vuelo en ruta hasta el tramo de precisión de la aproximación y en la fase de aproximación frustrada final debe ser acorde con los criterios generales de la Parte I, Secciones 1, 2 y 4. Las diferencias residen en los requisitos físicos del tramo de precisión que comprende el tramo de aproximación final y las fases inicial e intermedia del tramo de aproximación frustrada. Estos requisitos están relacionados con la actuación de los sistemas de las Categorías I, II y III.

#### 1.1.3 Condiciones normalizadas

La lista que sigue muestra las hipótesis normalizadas con las que se elaboran los procedimientos. Se prevén ajustes para cuando sea necesario. Estos ajustes son obligatorios cuando las condiciones difieren negativamente de las condiciones normalizadas y opcionales cuando así se especifica (véase 1.4.8.7, “Ajuste de las constantes OAS”).

- a) Se supone que las dimensiones máximas de la aeronave son las siguientes:

<i>Categoría de aeronaves</i>	<i>Envergadura</i>	<i>Distancia vertical entre las trayectorias en vuelo de las ruedas y de la antena GP (m)</i>
H	30	3
A, B	60	6
C, D	65	7
D <sub>L</sub>	80	8

*Nota 1.— La OCA/H para aeronaves Cat D<sub>L</sub> se publicará cuando sea necesario.*

*Nota 2.— Las dimensiones indicadas comprenden tipos de aeronaves actuales; fueron escogidas para facilitar los cálculos de la OCA/H y la promulgación de los mínimos correspondientes a cada categoría de aeronave. Se supone que estas dimensiones sirven exclusivamente para los cálculos de la OCA/H en otros documentos de la OACI. La utilización de las superficies OAS para calcular la OCA/H puede producir diferencias significativas entre las categorías de aeronaves debido a pequeñas diferencias en cuanto a las dimensiones. Por esta razón, siempre es*

preferible utilizar el modelo de riesgo de colisión (véase 1.4.9) que permitirá evaluar de forma más realista tanto la altura como la posición de los obstáculos. Al aplicar la metodología OAS para determinar la OCH, las nuevas aeronaves más grandes con una performance igual a la que se muestra en la Circular 301 de la OACI pueden tratarse como aeronaves normales de Categoría C o D, sin corregir la OAS para la envergadura y/o la dimensión vertical.

*Nota 3.— Las aeronaves de la Categoría E actuales no son normalmente aeronaves de transporte civil y sus dimensiones no están necesariamente relacionadas con  $V_{at}$  a la masa máxima de aterrizaje. Por esta razón, deberían tratarse cada una por separado.*

- b) Categoría II, con director de vuelo.
- c) Pendiente de ascenso en aproximación frustrada: 2,5%.
- d) Anchura del sector ILS: 210 m en el umbral.
- e) Ángulo de trayectoria de planeo:
  - 1) mínimo: 2,5°;
  - 2) óptimo: 3,0°;
  - 3) máximo: 3,5° (3° para operaciones Cat II/III).
- f) Altura del punto de referencia ILS: 15 m (50 ft).
- g) Las alturas de todos los obstáculos se refieren a la elevación del umbral.
- h) Para operaciones de Cat II y Cat III, los obstáculos no penetran la superficie de aproximación interna, la de transición interna ni la de aterrizaje interrumpido como está previsto en el Anexo 14. Cuando la OCA/H de Cat II es superior al nivel de la superficie horizontal interna, pero inferior a 60 m, las superficies de aproximación interna y de aterrizaje interrumpido deberían extenderse hasta el nivel de la OCA/H de Cat II para dar cabida a operaciones Cat III.

#### 1.1.4 Altitud/altura de franqueamiento de obstáculos (OCA/H)

1.1.4.1 Los criterios ILS permiten calcular una OCA/H para cada categoría de aeronaves. Véase la Parte I, Sección 4, Capítulo 1, 1.8, “Categorías de aeronaves”. Cuando se requerían cálculos estadísticos, los valores de la OCA/H se diseñaron teniendo en cuenta un objetivo de seguridad global de riesgo de colisión con obstáculos de  $1 \times 10^{-7}$  por aproximación (1 por cada 10 millones).

1.1.4.2 La OCA/H garantiza el franqueamiento de obstáculos desde el comienzo de la aproximación final hasta el final del tramo intermedio de aproximación frustrada.

*Nota.— Esta OCA/H es solamente uno de los factores que se deben tener en cuenta para determinar la altura de decisión definida en el Anexo 6.*

1.1.4.3 Se incluye material adicional para permitir el cálculo de las ventajas operacionales resultantes de la mejor actuación del haz de los pilotos automáticos que cumplen las normas nacionales de certificación (en contraposición a los directores de vuelo) de la Categoría II y de la mejor performance de ascenso en aproximación frustrada de las Categorías I, II y III.

1.1.4.4 Asimismo, pueden calcularse las ventajas respecto a las aeronaves de dimensiones distintas de las normalizadas que se adoptaron para hacer los cálculos básicos. La OCA/H no está relacionada con las operaciones de

la Categoría III. Estas operaciones se basan en las superficies limitadoras de obstáculos determinadas en el Anexo 14, en conjunción con los márgenes comunes de protección según los criterios aplicables a la Categoría II.

### 1.1.5 Métodos para calcular la OCA/H

1.1.5.1 *Generalidades.* Los párrafos siguientes ofrecen tres métodos de cálculo de la OCA/H que conllevan aumentos progresivos del grado de complejidad del tratamiento de los obstáculos. Se han supuesto las condiciones normalizadas (indicadas en 1.1.3), salvo que se hayan efectuado ajustes para considerar las condiciones no normalizadas.

1.1.5.2 *Primer método.* El primer método comprende un grupo de superficies obtenidas a partir de las superficies limitadoras de obstáculos en la aproximación de precisión del Anexo 14 y una superficie de aproximación frustrada que se describe en 1.4.7.2, “Definición de superficies ILS básicas”, en adelante denominadas “superficies ILS básicas”. Cuando se dan las condiciones normalizadas que se indican en 1.1.3 y no hay penetración en las superficies ILS básicas (véase 1.4.7.1), la OCA/H para las Categorías I y II se determina por los márgenes de las categorías de aeronaves y no existe restricción alguna para operaciones de Categoría III. Si los obstáculos penetran en las superficies ILS básicas, la OCA/H se calcula del modo indicado en 1.4.7.3, “Determinación de la OCA/H con superficies ILS básicas”.

1.1.5.3 *Segundo método.* El segundo método comprende un conjunto de superficies de evaluación de obstáculos (OAS) por encima de las superficies ILS básicas [véase 1.4.8.4, “Definición de las superficies de evaluación de obstáculos (OAS)”]. Si ningún obstáculo penetra en las OAS — y si la densidad de obstáculos por debajo de las OAS es aceptable para las operaciones (véase 1.4.8.9, “Efecto de la densidad de obstáculos en la OCA/H”) — la OCA/H para las Categorías I y II se define según los márgenes de las categorías de aeronaves y las operaciones de Cat III permanecen sin restricciones. Sin embargo, si los obstáculos penetran en las OAS, el margen relativo a la categoría de aeronave se añade a la altura del obstáculo más elevado en aproximación, o a la altura corregida del obstáculo que más penetre en la superficie de aproximación frustrada, de estos valores el que sea mayor. Este valor es el que representa la OCA/H.

*Nota.— Las superficies OAS son una aproximación de las curvas de nivel de isoprobabilidad derivadas matemáticamente. Las superficies están simplificadas, en comparación con la forma compleja de las curvas de nivel de isoprobabilidad. El resultado es que el método OAS es, por lo general, más conservador que el CRM (que da una OCH mayor). La utilización del CRM además de la OAS puede resultar beneficiosa desde el punto de vista operacional. Para áreas específicas en las que las diferencias puedan afectar al cálculo de la OCH, véase el adjunto a la Parte II.*

1.1.5.4 *Tercer método.* El tercer método, que utiliza un modelo de riesgo de colisión (CRM), se emplea en sustitución de los criterios OAS (el segundo método), o cuando se considera excesiva la densidad de los obstáculos por debajo de las OAS. El CRM admite todos los objetos y evalúa, para un valor dado de la OCA/H, tanto el riesgo que representa separadamente cada obstáculo como el peligro general que presenta el conjunto de obstáculos. De este modo facilita un juicio operacional para seleccionar el valor de la OCA/H.

*Nota.— En el CRM, no se tienen en cuenta las características de los helicópteros. Puede utilizarse el CRM, aunque el método debería ser conservador.*

### 1.1.6 Referencias

Los elementos que figuran en este capítulo se abordan y amplían en los textos siguientes:

- a) antecedentes relativos al cálculo de las OAS (Adjunto de la Parte II, párrafo 1) y a la actuación del equipo de a bordo y del equipo de tierra que entran en el cálculo de las OAS (Adjunto de la Parte II, párrafo 2);
- b) aproximación frustrada con viraje después de la aproximación de precisión (Apéndice A);
- c) aproximaciones paralelas independientes a pistas paralelas cercanas entre sí (Apéndice D);

- d) determinación de las alturas y distancias de descenso de la trayectoria de planeo ILS/ elevación MLS (Apéndice C); y
- e) el soporte lógico de OAS de los PANS-OPS [sitio web público de la OACI ([www.icao.int](http://www.icao.int)) bajo “Publications”].

Ejemplos del cálculo de la OCA/H pueden encontrarse en el *Manual de construcción de procedimientos de vuelo por instrumentos* (Doc 9368).

### 1.1.7 ILS con trayectoria de planeo fuera de servicio

El ILS con trayectoria de planeo fuera de servicio es un procedimiento de aproximación que no es de precisión. Se aplican los criterios de la Sección 2, Capítulo 1, “LOC únicamente”.

## 1.2 TRAMO DE APROXIMACIÓN INICIAL

### 1.2.1 Generalidades

El tramo de aproximación inicial debe asegurar que la aeronave se encuentra dentro de los límites de utilización del localizador, con un rumbo que facilite la interceptación del mismo. En consecuencia, los criterios generales aplicables al tramo inicial (véase la Parte I, Sección 4, Capítulo 3) se han modificado de conformidad con 1.2.2, “Alineación en el tramo de aproximación inicial” y 1.2.3, “Área del tramo de aproximación inicial”. Para tramos de aproximación inicial RNAV se aplican los criterios de los correspondientes capítulos sobre la RNAV.

### 1.2.2 Alineación en el tramo de aproximación inicial

El ángulo de interceptación entre la derrota de aproximación inicial y la de aproximación intermedia no debería exceder de 90°. Para que el piloto automático pueda acoplarse con el localizador, es conveniente un ángulo de interceptación que no exceda de 30°. Si el ángulo excediera de 70°, se mostrará un radial, una marcación, un vector radar o indicaciones DME o RNAV que proporcionen guía por lo menos a lo largo de 4 km (2 NM) [Cat H, 1,9 km (1 NM)], con el fin de facilitar el viraje hacia la derrota intermedia. Si el ángulo de interceptación excediera de 90°, debería preverse un procedimiento de inversión, de hipódromo o de navegación a estima (DR) (véase la Parte I, Sección 4, Capítulo 3, “Tramo de aproximación inicial” y la Parte I, Sección 4, Apéndice A del Capítulo 3, “Aproximación inicial utilizando navegación a estima”).

### 1.2.3 Área del tramo de aproximación inicial

El área se describe en los criterios generales (véase la Parte I, Sección 4, Capítulo 3, 3.3.3, “Área”). La diferencia consiste en que el punto de referencia de la aproximación intermedia (IF) debe situarse entre los límites de utilización de la señal del rumbo del localizador ILS, y normalmente a una distancia que no exceda de 46 km (25 NM) desde la antena del localizador. Cuando se proporcione guía de derrota hasta el IF mediante radar, el área se determinará de acuerdo con lo establecido en 6.2, “Tramo de aproximación inicial” (Sección 2, Capítulo 6, “SRE”).

## 1.3 TRAMO DE APROXIMACIÓN INTERMEDIA

### 1.3.1 Generalidades

- 1.3.1.1 El tramo de aproximación intermedia para el ILS difiere de los criterios generales en que:

- a) la alineación coincide con el rumbo del localizador;
- b) la longitud puede reducirse; y
- c) en determinados casos las áreas secundarias pueden suprimirse.

1.3.1.2 Las áreas primaria y secundaria en el FAP se definen en función de las superficies ILS. Por consiguiente, se aplican los criterios de la Parte I, Sección 4, Capítulo 4, “Tramo de aproximación intermedia” excepto en lo que se refiere a alineación, la longitud y la anchura del área y el margen de franqueamiento de obstáculos, que será modificado o ampliado en los párrafos siguientes. Para los tramos de aproximación inicial RNAV, los criterios aplicables son los de los correspondientes capítulos sobre la RNAV.

### **1.3.2 Alineación en el tramo de aproximación intermedia**

El tramo de aproximación intermedia de un procedimiento ILS se alineará con el rumbo del localizador.

### **1.3.3 Longitud del tramo de aproximación intermedia**

1.3.3.1 La longitud óptima del tramo de aproximación intermedia es de 9 km (5 NM) [Cat H, 3,7 km (2 NM)]. Este tramo permitirá la interceptación del rumbo del localizador y de la trayectoria de planeo.

1.3.3.2 La longitud del tramo debería ser suficiente para permitir que la aeronave se estabilice y pueda situarse en el rumbo del localizador antes de interceptar la trayectoria de planeo, teniendo en consideración el ángulo de interceptación con el rumbo del localizador.

1.3.3.3 Los valores mínimos para la distancia entre el localizador y la interceptación de la trayectoria de planeo, se especifican en la Tabla II-1-1-1; sin embargo, estos valores mínimos sólo deberían utilizarse si el espacio aéreo utilizable está restringido. La longitud máxima del tramo está determinada por el requisito de que debe estar situado totalmente dentro de los límites de utilización de la señal del localizador y, normalmente, a una distancia que no exceda de 46 km (25 NM) desde la antena del localizador.

### **1.3.4 Anchura del área del tramo de aproximación intermedia**

1.3.4.1 La anchura total al comienzo del tramo de aproximación intermedia está determinada por la anchura total del final del tramo de aproximación inicial y se reduce gradualmente hasta coincidir en el FAP con la distancia horizontal entre las superficies X de las OAS [véase 1.4.8.4, “Definición de las superficies de evaluación de obstáculos (OAS)”].

1.3.4.2 Para el franqueamiento de obstáculos, el tramo de aproximación intermedia normalmente se divide en un área primaria limitada a cada lado por un área secundaria. Sin embargo, en caso de que se utilice una derrota por navegación a estima (DR) en el tramo de aproximación inicial, el área primaria del tramo de aproximación intermedia se extiende a toda su anchura y las áreas secundarias no se aplican.

1.3.4.3 El área primaria se determina uniendo el área primaria de la aproximación inicial con las superficies de aproximación final (en el FAP). En el punto de enlace con el tramo de aproximación inicial, la anchura de cada área secundaria equivale a la mitad de la anchura del área primaria y disminuye hasta cero al enlazar con las superficies de aproximación final. Véanse las Figuras II-1-1-1, II-1-1-2 y II-1-1-3.

1.3.4.4 Si se especificara una maniobra de hipódromo o de inversión antes de interceptar el rumbo del localizador, se aplicará lo dispuesto en la Parte I, Sección 4, Capítulo 4, 4.4.4, “Viraje sobre un punto que no es el de la instalación”, siendo la instalación el localizador mismo, y remplazándose el FAF por el FAP. (Véase la Figura II-1-1-4).

### **1.3.5 Margen de franqueamiento de obstáculos en el tramo de aproximación intermedia**

El margen de franqueamiento de obstáculos es el mismo que se define en la Parte I, Sección 4, Capítulo 4, “Tramo de aproximación intermedia” salvo cuando el procedimiento permita hacer una aproximación directa en la que la aeronave se establezca sobre el rumbo del localizador antes de atravesar el IF, en cuyo caso no será necesario considerar áreas secundarias para el franqueamiento de obstáculos.

## **1.4 TRAMO DE PRECISIÓN**

### **1.4.1 Generalidades**

El tramo de precisión se encuentra alineado con el rumbo del localizador y contiene el descenso final para el aterrizaje así como las fases inicial e intermedia del tramo de aproximación frustrada. Véase la Figura II-1-1-5.

### **1.4.2 Origen**

El tramo de precisión comienza en el punto de aproximación final (FAP), que es el punto de intersección de la trayectoria nominal de planeo con la altitud mínima especificada para el tramo precedente. Normalmente el FAP no debería estar situado a más de 18,5 km (10,0 NM) antes del umbral, a no ser que se proporcione una guía adecuada de trayectoria de planeo más allá del mínimo especificado en el Anexo 10.

### **1.4.3 Punto de referencia de descenso**

1.4.3.1 En el FAP puede haber un punto de referencia de descenso para evitar ciertos obstáculos situados antes del FAP como alternativa al aumento del ángulo de la trayectoria de planeo (GP). En tal caso se convierte en el punto de referencia de aproximación final. Entonces finaliza la prolongación de las superficies de precisión en el tramo intermedio. Normalmente el punto de referencia de descenso no debería estar situado a más de 18,5 km (10,0 NM) antes del umbral, salvo que se proporcione guía de GP suficiente más allá del mínimo indicado en el Anexo 10. La tolerancia máxima del punto de referencia es de  $\pm 0,9$  km ( $\pm 0,5$  NM). Cuando se utiliza el DME para identificar el punto de referencia, la distancia se expresará en décimas de kilómetro (millas marinas).

*Nota.— En el Apéndice C se recogen textos de orientación para determinar la distancia desde el umbral hasta el punto de referencia de descenso.*

1.4.3.2 *Margen de franqueamiento de obstáculos en el punto de referencia de descenso.* Cuando se proporciona punto de referencia de descenso, las superficies de aproximación de precisión comienzan en el punto anterior del área de tolerancia del FAF (véase la Figura II-1-1-2). Las disposiciones de la Parte I, Sección 2, Capítulo 2, 2.7.4, “Obstáculo próximo a un punto de referencia de aproximación final o a un punto de referencia de escalón de descenso” que permiten ignorar los obstáculos situados en las proximidades del punto de referencia, se aplican a la zona situada por debajo de la pendiente del 15% dentro de las superficies de precisión (Cat H, pendiente del 15% o pendiente nominal multiplicada por 2,5, de ambos valores el que sea mayor). Cuando no se proporciona punto de referencia de descenso en el FAP, no se admite reducción alguna de las superficies de precisión (véase la Figura II-1-1-3). Si las superficies de precisión se extienden entrando en el tramo precedente, no se extenderán más allá del tramo de aproximación intermedia.

#### 1.4.4 Comprobación de la trayectoria de planeo

Un punto de referencia (radiobaliza exterior o DME) es necesario para poder comparar la trayectoria de planeo indicada y la información del altímetro de a bordo. La tolerancia del punto de referencia no deberá exceder de  $\pm 0,9$  km ( $\pm 0,5$  NM). Cuando se utilice el DME para identificar el punto de referencia, la distancia se expresará en décimas de kilómetro (millas marinas).

*Nota.—En el Apéndice C se recogen textos de orientación para determinar la altura de cruce de la radiobaliza exterior.*

#### 1.4.5 Aproximación frustrada

El punto de aproximación frustrada está definido por la intersección de la trayectoria nominal de planeo y la altitud/altura de decisión (DA/H). La DA/H se establece en la OCA/H o por encima de ésta, que se determina como se especifica en 1.4.7 a 1.4.9 y 1.5.

#### 1.4.6 Fin del tramo

Normalmente, el tramo de precisión termina en el punto en que comienza la fase final de la aproximación frustrada (véase la Parte I, Sección 4, Capítulo 6, 6.1.2, “Fases del tramo de aproximación frustrada”) o donde la superficie Z de ascenso en aproximación frustrada (comenzando a 900 m pasado el umbral) alcanza una altura de 300 m (984 ft) por encima del umbral, de ambas alturas la que sea menor.

#### 1.4.7 Margen de franqueamiento de obstáculos en el tramo de precisión — Aplicación de superficies ILS básicas

1.4.7.1 *Generalidades.* El área requerida por el tramo de precisión está limitada totalmente por las superficies ILS básicas definidas en 1.4.7.2. En condiciones normalizadas, no existen restricciones en cuanto a objetos por debajo de estas superficies (véase 1.1.3, “Condiciones normalizadas”). Los objetos o porciones de los mismos que sobrepasan estas superficies deben ser:

- a) frangibles y de masa mínima; o
- b) tenidos en cuenta para el cálculo de la OCA/H.

1.4.7.2 *Definición de superficies ILS básicas.* Las superficies que han de considerarse corresponden a un subgrupo de las superficies limitadoras de obstáculos especificadas en el Anexo 14 para pistas de aproximaciones de precisión de clave 3 ó 4 (véase la Figura II-1-1-6). Éstas son:

- a) la superficie de aproximación que continúa hasta el punto de aproximación final (FAP) (con una pendiente del 2% en la primera sección y del 2,5% en la segunda sección, como se describe en el Anexo 14);
- b) la franja de pista que se supone horizontal a la elevación del umbral;
- c) la superficie de aproximación frustrada; se trata de una superficie en pendiente que:
  - 1) comienza en un punto a 900 m pasado el umbral (Cat H, en caso necesario puede considerarse un punto de comienzo a 700 m pasado el umbral) a la elevación del umbral;
  - 2) asciende con una pendiente del 2,5%; y

- 3) se ensancha extendiéndose entre las superficies de transición. El ensanchamiento es constante hasta el nivel de la superficie horizontal interna. Seguidamente continúa con la misma pendiente pero con un ensanchamiento del 25% hasta la terminación del tramo de precisión; y
- d) las superficies de transición prolongadas, que continúan longitudinalmente a los lados de las superficies de aproximación y de aproximación frustrada hasta una altura de 300 m sobre la elevación del umbral.

#### 1.4.7.3 *Determinación de la OCA/H con superficies ILS básicas*

1.4.7.3.1 Cuando los obstáculos no penetran en las superficies ILS básicas especificadas en 1.4.7.2, la OCA/H para Categoría I y Categoría II está definida por los márgenes especificados en la Tabla II-1-1-2, y las operaciones de Categoría III no están restringidas. Podrán excluirse aquellos obstáculos que se encuentren por debajo de la superficie de transición definida en el Anexo 14 para pistas de clave 3 y 4, con independencia de su clave real (es decir, las superficies para claves 3 y 4 se utilizan para la evaluación de obstáculos en pistas de clave 1 y 2).

1.4.7.3.2 Si en las superficies ILS básicas enumeradas previamente penetran objetos que no figuran en la Tabla II-1-1-3, la OCA/H se puede calcular directamente aplicando a los obstáculos los márgenes de pérdida de altura/error de altímetro (véase 1.4.8.8, “Determinación de la OCA/H con superficies OAS o ILS básicas”).

1.4.7.3.3 Los obstáculos de la Tabla II-1-1-3 sólo constituyen una excepción si se cumplen los siguientes criterios:

- a) el sector del rumbo del localizador tiene una anchura normalizada de 210 m (véase 1.1.3, “Condiciones normalizadas”); y
- b) la altura de decisión para Categoría I no es inferior a 60 m (200 ft) o la altura de decisión para Categoría II no es inferior a 30 m (100 ft).

1.4.7.3.4 Un objeto que penetre en una superficie ILS básica y se convierta en obstáculo determinante, pero que debe mantenerse por su función respecto a los requisitos de navegación aérea, podrá ser ignorado en determinadas circunstancias al calcular la OCA/H siempre y cuando la autoridad competente compruebe que la porción que penetra en la superficie es de mínima masa y frangible, sin afectar negativamente a la seguridad de las operaciones de aeronaves.

### **1.4.8 Margen de franqueamiento de obstáculos en el tramo de precisión**

#### **— Aplicación de criterios relativos a las superficies de evaluación de obstáculos (OAS)**

#### 1.4.8.1 *Generalidades*

1.4.8.1.1 Esta sección describe las superficies OAS, las constantes que se utilizan para definir dichas superficies y las condiciones que regulan los ajustes que deban o puedan realizarse. Las dimensiones de las OAS están relacionadas con:

- a) la geometría del ILS (distancia localizador/umbral, ángulo de la trayectoria de planeo, RDH del ILS y anchura del sector del localizador);
- b) la categoría de la operación ILS; y
- c) otros factores como la geometría de las aeronaves y la pendiente de ascenso en aproximación frustrada.



Por consiguiente, la tabla de valores de la OCA/H para cada categoría de aeronaves puede calcularse para operaciones ILS Cat I y II en el aeródromo de que se trate.

1.4.8.1.2 Se incluyen textos de orientación para que las autoridades competentes evalúen los beneficios reales de las mejoras de performance y de las condiciones asociadas. Véase 1.4.8.7, “Ajuste de las constantes OAS”.

1.4.8.1.3 Nótese que las OAS no tienen por objeto sustituir las superficies que se mencionan en el Anexo 14 como superficies para planificar la multiplicación ilimitada de obstáculos. Debe tenerse en cuenta la densidad de los obstáculos entre las superficies ILS básicas y las OAS (véase 1.4.8.9, “Efecto de la densidad de obstáculos en la OCA/H”).

#### 1.4.8.2 Marco de referencia

Las posiciones de los obstáculos están dadas con un sistema convencional de coordenadas x, y, z con origen en el umbral. Véase la Figura II-1-1-10. El eje x es paralelo a la derrota del tramo de precisión: valores positivos de x muestran la distancia antes del umbral y valores negativos de x muestran la distancia después del umbral. El eje y forma un ángulo recto con el eje x. Aunque en la Figura II-1-1-10 figuran de manera convencional, *en todos los cálculos asociados con la geometría de las OAS, la coordenada y siempre se considera como valor positivo*. El eje z es vertical, siendo positivas las alturas por encima del umbral. Todas las dimensiones relativas a las OAS se expresan exclusivamente en metros. Las dimensiones deberían incluir los ajustes necesarios para las tolerancias en los datos topográficos (véase la Parte I, Sección 2, Capítulo 1, 1.8, “Precisión de las cartas”).

#### 1.4.8.3 Constantes OAS — especificación

Las constantes A, B y C en operaciones Cat I y II para cada superficie en pendiente se obtienen del soporte lógico de OAS de los PANS-OPS [sitio web público de la OACI ([www.icao.int](http://www.icao.int)) bajo “Publications”], que proporciona coeficientes para ángulos de trayectoria de planeo entre 2,5 y 3,5 grados en incrementos de 0,1 grados y para cualquier distancia localizador/umbral entre 2 000 m y 4 500 m. No está permitida la extrapolación fuera de estos límites. Si se considera una distancia entre localizador y umbral fuera de esta gama, el soporte lógico de OAS de los PANS-OPS proporciona los coeficientes que se deben utilizar para 2 000 m o 4 500 m, según se requiera. Véase un ejemplo de los resultados del soporte lógico de OAS de los PANS-OPS en la Figura II-1-1-12.

#### 1.4.8.4 Definición de las superficies de evaluación de obstáculos (OAS)

1.4.8.4.1 Las OAS están formadas por seis superficies planas en pendiente (identificadas mediante las letras W, X, Y, y Z) dispuestas simétricamente alrededor de la derrota del tramo de precisión, y por el plano horizontal que contiene el umbral (véanse las Figuras II-1-1-8 y II-1-1-9). La geometría de las superficies en pendiente está definida por cuatro ecuaciones lineales de la forma  $z = Ax + By + C$ . En estas ecuaciones x e y son coordenadas de posición, y z es la altura de la superficie en esa posición (véase la Figura II-1-1-7).

1.4.8.4.2 Para cada superficie, las constantes (A, B y C) se obtienen del soporte lógico de OAS de los PANS-OPS correspondientes a la gama operacional de distancias entre el umbral del localizador y los ángulos de la trayectoria de planeo. Para las Cat I y II se proporcionan grupos independientes de constantes. Estas constantes pueden ser modificadas por el programa (véase 1.4.8.7, “Ajustes de las constantes OAS”).

1.4.8.4.3 Las OAS de Cat I, están limitadas por la longitud del tramo de precisión y, excepto para las superficies W y X, por una altura máxima de 300 m. Las OAS de Cat II están limitadas por una altura máxima de 150 m.

1.4.8.4.4 Cuando las superficies limitadoras de obstáculos, de aproximación y de transición, del Anexo 14 que corresponden a pistas de aproximación de precisión de clave 3 y 4 penetran en las OAS, las superficies del Anexo 14 se convierten en OAS (es decir, las superficies correspondientes a las claves 3 y 4 se utilizan para la evaluación de

obstáculos en las pistas de clave 1 y 2). Las superficies limitadoras de obstáculos de aproximación interna, de transición interna y de aterrizaje interrumpido que se especifican en el Anexo 14 protegen las operaciones de Cat III siempre que la OCA/H Cat II coincida o esté por debajo de la parte superior de esas superficies, que pueden prolongarse hasta 60 m si fuera necesario (véase la Figura II-1-1-6).

#### 1.4.8.5 Cálculo de las alturas de las OAS

Para calcular la altura  $z$  de cualquiera de las superficies en pendiente en un lugar  $x'$ ,  $y'$ , deberían obtenerse en primer término las constantes apropiadas del soporte lógico de OAS de los PANS-OPS. Seguidamente, estos valores se sustituyen en la ecuación  $z = Ax' + By' + C$ . Si no resulta evidente cuál es la OAS que queda por encima del emplazamiento del obstáculo, esta operación debería repetirse para las restantes superficies en pendiente. La altura de la OAS es la más elevada de las alturas de los planos (cero si todas las alturas de los planos son negativas).

*Nota.— El soporte lógico de OAS de los PANS-OPS también contiene una calculadora de OCH que indicará la altura de la superficie OAS  $z$  por encima de cualquier emplazamiento  $x$ ,  $y$ , e incluye todos los ajustes especificados para la geometría del ILS, las dimensiones de las aeronaves, la pendiente de ascenso en aproximación frustrada y la altura de referencia ILS.*

#### 1.4.8.6 Construcción de la plantilla para las OAS

1.4.8.6.1 Las plantillas, o vistas en planta de los contornos de las OAS a escala cartográfica, se utilizan a veces para facilitar la identificación de obstáculos cuando se lleva a cabo un levantamiento detallado (véase la Figura II-1-1-11). Los datos OAS del soporte lógico de los PANS-OPS incluyen las coordenadas de los puntos de intersección:

- a) de las superficies en pendiente a nivel del umbral. Las coordenadas de intersección están identificadas como C, D y E (Figura II-1-1-9);
- b) a 300 m por encima del nivel del umbral para Cat I; y
- c) a 150 m para Cat II.

#### 1.4.8.7 Ajuste de las constantes OAS

1.4.8.7.1 *Generalidades.* En los párrafos siguientes se especifican los ajustes que el programa del soporte lógico de OAS de los PANS-OPS incorpora en las constantes OAS. Estos ajustes son obligatorios cuando no se cumplen las condiciones normalizadas (véase 1.1.3, “Condiciones normalizadas”). Pueden hacerse ajustes opcionales cuando así se especifique. Véase el *Manual de construcción de procedimientos de vuelo por instrumentos* (Doc 9368) para ejemplos de los cálculos.

1.4.8.7.2 *Razones para el ajuste de las constantes.* Las constantes pueden modificarse para tener en cuenta:

- a) la pendiente de ascenso en aproximación frustrada (véase 1.4.8.7.7);
- b) las dimensiones de aeronaves específicas (véase 1.4.8.7.3);
- c) la altura del punto de referencia ILS (véase 1.4.8.7.4);
- d) mejora de la actuación del haz debido a la utilización de pilotos automáticos certificados para operaciones de Cat II (véase 1.4.8.7.6); y

- e) ciertos localizadores de Cat I con una anchura de sector mayor que la nominal de 210 m en el umbral (véase 1.4.8.7.5).

1.4.8.7.3 *Dimensiones de aeronaves específicas.* Efectuar ajustes resulta obligatorio cuando las dimensiones de las aeronaves excedan de lo especificado en 1.1.3, “Condiciones normalizadas” y es opcional para aeronaves de dimensiones menores. El soporte lógico de OAS de los PANS-OPS ajusta automáticamente los coeficientes y las coordenadas de las plantillas de las OAS a las dimensiones normalizadas de aeronaves de las Categorías A, B, C, D y D<sub>L</sub>; lo mismo hará para dimensiones de aeronaves específicas de cualquier categoría. La siguiente fórmula correctora la utiliza para ajustar el coeficiente C para las superficies W, W\*, X e Y:

$$\text{superficie W: } C_{w\text{corr}} = C_w - (t - 6)$$

$$\text{superficie W*: } C_{w^*\text{corr}} = C_{w^*} - (t - 6)$$

$$\text{superficie X: } C_{x\text{corr}} = C_x - B_x \cdot P$$

$$\text{superficie Y: } C_{y\text{corr}} = C_y - B_y \cdot P$$

$$\text{siendo: } P = \left[ \frac{t}{B_x} \text{ o } S + \frac{t-3}{B_x}, \text{ lo que sea el máximo} \right] - \left[ \frac{6}{B_x} \text{ o } 30 + \frac{3}{B_x}, \text{ lo que sea el máximo} \right]$$

y s = semienvergadura

t = distancia vertical entre las trayectorias de la antena GP y de la parte inferior de las ruedas.

1.4.8.7.4 *Altura del punto de referencia ILS (RDH).* Se basa en una altura de referencia (RDH) de 15 m. Es obligatorio ajustar las constantes OAS para valores de RDH inferiores a 15 m, y es opcional para valores de RDH superiores a 15 m. El soporte lógico de OAS de los PANS-OPS ajusta los coeficientes OAS y las coordenadas de la plantilla corrigiendo los valores tabulados del coeficiente C para las superficies W, W\*, X e Y de la forma siguiente:

$$C_{\text{corr}} = C + (RDH - 15)$$

donde:  $C_{\text{corr}}$  = valor corregido del coeficiente C de la superficie apropiada

C = valor tabulado.

1.4.8.7.5 *Modificación para localizadores de Cat I con anchura de rumbo superior a 210 m en el umbral.* Cuando la anchura del sector del localizador ILS en el umbral sea mayor que el valor nominal de 210 m, se utilizará el método del modelo de riesgo de colisión (CRM) descrito en 1.4.9. No se efectuarán ajustes para anchuras del sector inferiores a 210 m, y están inhibidos en el soporte lógico de OAS de los PANS-OPS.

1.4.8.7.6 *Uso del piloto automático (autoconectado) en Cat II.* Las OAS de Cat II pueden reducirse para reflejar la mejora en la actuación del haz de los pilotos automáticos cuando la autoridad competente los certifique para la operación. Esta reducción se logra en el soporte lógico de OAS de los PANS-OPS mediante las constantes A, B y C modificadas para la superficie X e introduciendo una superficie adicional (denominada W\*) [véase la Figura II-1-1-11 c)]. El uso de estas superficies reducidas no debería autorizarse para aproximaciones que no se realicen con piloto automático autoconectado.

1.4.8.7.7 *Pendiente de ascenso en aproximación frustrada.* Si el equipo tiene capacidad para pendientes de ascenso en aproximación frustrada superiores al 2,5% nominal, pueden ajustarse las superficies Y y Z. Este ajuste se logra seleccionando la pendiente de ascenso en aproximación frustrada deseada en el soporte lógico de OAS de los PANS-OPS. Seguidamente, el programa ajusta los coeficientes de las superficies Y y Z.

1.4.8.8 *Determinación de la OCA/H con superficies OAS o ILS básicas*

1.4.8.8.1 *Generalidades.* La OCA/H se determina teniendo en cuenta todos los obstáculos que penetran en las superficies ILS básicas definidas en 1.4.7.2 y las superficies OAS aplicables a operaciones ILS de la categoría considerada. Las excepciones mencionadas en 1.4.7.3, “Determinación de la OCA/H con superficies ILS básicas” para obstáculos que penetran en las superficies ILS básicas pueden aplicarse a obstáculos que penetren en las OAS, siempre que se cumplan los criterios indicados en el párrafo. Las superficies aplicables a cada categoría de operaciones ILS son:

- a) *ILS Cat I:* OAS de ILS Cat I;
- b) *ILS Cat II:* OAS de ILS Cat II y aquellas porciones de ILS Cat I que estén por encima de los límites del ILS Cat II; y
- c) *ILS Cat III:* igual que en el ILS Cat II.

1.4.8.8.2 *Cálculo de valores de la OCA/H con OAS.* Los obstáculos que se han de tener en cuenta, determinados en 1.4.8.8.2.1, “Fases del cálculo de la OCA/H” se dividen en obstáculos de aproximación y obstáculos de aproximación frustrada. El método normalizado de división por categorías se describe a continuación: los obstáculos de aproximaciones se encuentran entre el FAP y 900 m después del umbral (Cat H, 700 m en caso necesario); los obstáculos de aproximación frustrada se encuentran en el resto del tramo de precisión (véase la Figura II-1-1-13). Sin embargo, en algunos casos esta división por categorías de obstáculos puede constituir una desventaja excesiva para ciertos obstáculos de aproximación frustrada (véase el Adjunto a la Parte II, 1.9). Por lo tanto, cuando así lo deseen las autoridades competentes, los obstáculos de aproximación frustrada pueden definirse como aquellos que están situados por encima de una superficie plana paralela al plano de la trayectoria de planeo con origen en –900 m (Cat H, –700 m en caso necesario) (véase la Figura II-1-1-14), es decir, una altura de obstáculo mayor que  $[(900 + x) \tan \theta]$ .

1.4.8.8.2.1 *Fases del cálculo de la OCA/H*

- a) Determinar la altura del obstáculo más elevado en la aproximación.
- b) Convertir las alturas de todos los obstáculos en la aproximación frustrada ( $h_{ma}$ ) a las alturas de los obstáculos equivalentes en la aproximación ( $h_a$ ) mediante la fórmula descrita a continuación y determinar el obstáculo equivalente en la aproximación más elevado.
- c) Determinar cuál de los obstáculos identificados en las fases a) y b) es el más elevado. Ese obstáculo se denominará obstáculo determinante.
- d) Añadir el margen relativo a la categoría de aeronaves en cuestión (Tabla II-1-1-2) a la altura del obstáculo determinante.

$$h_a = \frac{h_{ma} \cot Z + (x_z + x)}{\cot Z + \cot \theta}$$

donde:  $h_a$  = altura del obstáculo equivalente en la aproximación

$h_{ma}$  = altura del obstáculo en la aproximación frustrada

$\theta$  = ángulo de la trayectoria de planeo (ángulo de elevación)

$Z$  = ángulo de la superficie de aproximación frustrada

$x$  = distancia del obstáculo relativa al umbral (negativa después del umbral)

$x_z$  = distancia desde el umbral hasta el origen de la superficie Z [900 m (700 m Cat H)]

#### 1.4.8.8.3 Ajuste para elevaciones de aeródromo altas y ángulos de trayectoria de planeo pronunciados

1.4.8.8.3.1 *Márgenes de pérdida de altura (HL)/error de altímetro.* Los márgenes de la Tabla II-1-1-2 deberán ajustarse de la forma siguiente:

- para elevaciones de aeródromo superiores a 900 m (2 953 ft), las tolerancias tabuladas deberán incrementarse en un 2% del margen de error del radioaltímetro por cada 300 m (984 ft) de elevación del aeródromo; y
- para ángulos de trayectoria de planeo de más de 3,2° en casos excepcionales, las tolerancias se incrementarán en un 5% del margen de error del radioaltímetro por cada 0,1° de aumento en el ángulo de la trayectoria de planeo comprendida entre 3,2° y 3,5°.

1.4.8.8.3.1.1 Los procedimientos que conllevan trayectorias de planeo con ángulos de más de 3,5° o con otros ángulos cuando la velocidad nominal de descenso ( $V_{at}$  para aeronaves del tipo x' el seno del ángulo de la trayectoria de planeo) excede de 5 m/s (1 000 ft/min) no están normalizados, y requieren:

- un aumento del margen de pérdida de altura (que puede ser propio del tipo de aeronave);
- un ajuste del origen de la superficie de aproximación frustrada;
- un ajuste de la pendiente de la superficie W;
- un nuevo levantamiento topográfico de los obstáculos; y
- la aplicación de las correspondientes limitaciones operacionales.

Dichos procedimientos normalmente están restringidos a aeronaves y explotadores específicamente autorizados, y están asociados a las correspondientes restricciones, tanto para aeronaves como para tripulaciones. No deben utilizarse como medio para la introducción de procedimientos de atenuación del ruido.

1.4.8.8.3.1.2 En el Apéndice B se indican las modificaciones requeridas en cuanto al diseño de procedimientos y las correspondientes consideraciones en materia operacional y de certificación.

Ejemplo: Categoría de aeronave C — Elevación del aeródromo: 1 650 m sobre el MSL; ángulo de trayectoria de planeo 3,5°.

Tolerancias tabuladas: radioaltímetro 22 m

(Tabla II-1-1-2) baroaltímetro 46 m

Corrección por elevación del aeródromo:

$$22 \times \frac{2}{100} \times \frac{1\,650}{300} = 2,42 \text{ m}$$

Corrección por ángulo de la trayectoria de planeo:

$$22 \times \frac{5}{100} \times \frac{3,5 - 3,2}{0,1} = 3,30 \text{ m}$$

Corrección total 5,72 m redondeados hasta 6 m.

Margen de radioaltímetro corregido  $22 + 6 = 28$  m.

Margen de baroaltímetro corregido  $46 + 6 = 52$  m.

1.4.8.8.3.2 *Excepciones y ajustes de los valores de la Tabla II-1-1-2.* Los valores de la Tabla II-1-1-2 se han calculado para tener en cuenta aeronaves que utilicen procedimientos manuales normales de aterrizaje demasiado largo desde la OCA/H en la trayectoria nominal de aproximación. Los valores de la Tabla II-1-1-2 no se aplican a operaciones de Cat III. Los valores no tienen en cuenta el desplazamiento lateral del obstáculo ni tampoco la probabilidad de que la aeronave esté desplazada. Si fuera preciso considerar ambas probabilidades de manera simultánea, habrá que utilizar el CRM que se describe en 1.4.9. Los valores de la Tabla II-1-1-2 pueden ajustarse para tipos específicos de aeronaves cuando se disponga de pruebas teóricas y en vuelo adecuadas, es decir, el valor de pérdida de altura correspondiente a una probabilidad de  $1 \times 10^{-5}$  (basada en una proporción de aproximación frustrada de  $10^{-2}$ ).

1.4.8.8.3.3 *Verificación del radioaltímetro.* Cuando se promulgue la OCA/H de radioaltímetro, las comprobaciones operacionales deberán haber confirmado la posibilidad de repetir la información radioaltimétrica.

1.4.8.8.3.4 *Márgenes de pérdida de altura(HL)/error de altímetro para una velocidad específica en el umbral.* Si es necesario obtener un margen de pérdida de altura/error de altímetro para una  $V_{at}$  específica, se aplican las siguientes fórmulas (véase también la Tabla II-1-1-4):

*Uso del radioaltímetro:*

Margen =  $(0,096 V_{at} - 3,2)$  metros con  $V_{at}$  en km/h

Margen =  $(0,177 V_{at} - 3,2)$  metros con  $V_{at}$  en kt

*Uso del baroaltímetro:*

Margen =  $(0,068 V_{at} + 28,3)$  metros con  $V_{at}$  en km/h

Margen =  $(0,125 V_{at} + 28,3)$  metros con  $V_{at}$  en kt

siendo  $V_{at}$  la velocidad en el umbral basada en 1,3 veces la velocidad de pérdida en configuración de aterrizaje con máxima masa autorizada para el aterrizaje.

*Nota.— En las ecuaciones se supone que las características aerodinámicas y dinámicas de la aeronave están directamente relacionadas con la categoría de velocidad. Por lo tanto, los márgenes calculados de pérdida de altura/error de altímetro quizá no representen de manera realista las aeronaves pequeñas cuya  $V_{at}$  a la masa máxima de aterrizaje excede de 165 kt.*

1.4.8.8.3.5 *Márgenes de pérdida de altura (HL)/error de altímetro para una velocidad específica en el umbral (Helicópteros).* El concepto de  $V_{at}$  no es aplicable para operaciones de helicópteros. Los márgenes de pérdida de altura figuran en la Tabla II-1-1-2.

1.4.8.9 *Efecto de la densidad de obstáculos en la OCA/H.* Para evaluar el grado de aceptabilidad de la densidad de obstáculos por debajo de las OAS, se puede utilizar el CRM descrito en 1.4.9. Esto puede ser útil al comparar entornos de aeródromo y al evaluar los niveles de riesgo asociados con valores dados de la OCA/H. Se hace hincapié en que no se trata de un sustituto del criterio operacional.

### 1.4.9 Margen de franqueamiento de obstáculos en el tramo de precisión — Aplicación del modelo de riesgo de colisión (CRM)

1.4.9.1 *Generalidades.* El CRM es un programa de computadora que establece el riesgo numérico que puede compararse con el nivel de seguridad operacional adecuado para las aeronaves que operan a una OCA/H especificada. En el *Manual de utilización del modelo de riesgo de colisión (CRM) para las operaciones ILS* (Doc 9274) se presentan una descripción del programa y las instrucciones para su aplicación, y se incluyen el formato preciso de los datos de entrada necesarios y los resultados consiguientes.

1.4.9.2 *Datos de entrada.* El CRM requiere los siguientes datos de entrada:

- a) *detalles del aeródromo:* nombre, posición del umbral de la pista, orientación de la misma en la elevación del umbral sobre el MSL y detalles del tramo siguiente;
- b) *parámetros del ILS:* categoría, ángulo de la pendiente de planeo, distancia localizador/umbral, anchura del rumbo del localizador y altura de referencia ILS por encima del umbral;
- c) *parámetros de la aproximación frustrada:* altura de decisión (altura de franqueamiento de obstáculos) y punto de viraje en la aproximación frustrada;
- d) *parámetros de la aeronave:* tipo, altura de las ruedas (desde la antena hasta la parte inferior de las ruedas), semienvergadura, categoría de aeronaves (A, B, C, D o D<sub>L</sub>) y pendiente de ascenso en aproximación frustrada; y

*Nota.*— El CRM no tiene en cuenta aeronaves de la Categoría E.

- e) *datos de los obstáculos:* límites de los obstáculos (como coordenadas x e y relativas al umbral de la pista o como coordenadas cartográficas) y altura de los obstáculos (bien por encima de la elevación del umbral, bien por encima del MSL); para evaluar la densidad, deben incluirse todos los obstáculos que penetren en las superficies ILS básicas que se describen en 1.4.7.2.

1.4.9.3 *Resultados y su aplicación.* El resultado del programa es:

- a) el riesgo (total) de colisión contra obstáculos para aeronaves que operan a la OCA/H especificada; y
- b) la OCA/H mínima que proporciona el nivel de seguridad operacional perseguido.

El usuario, al ejecutar de nuevo el CRM con los parámetros apropiados, puede evaluar el efecto de cualquier alteración de los parámetros en la seguridad de las operaciones, usualmente variando el ángulo de la trayectoria de planeo o los obstáculos restantes.

## 1.5 TRAMO DE APROXIMACIÓN FRUSTRADA

### 1.5.1 Generalidades

1.5.1.1 Los criterios aplicables a la aproximación frustrada final se basan en los criterios generales (véase la Parte I, Sección 4, Capítulo 6). Ciertas modificaciones se han efectuado para tener en cuenta las diferentes áreas y superficies relacionadas con el tramo de precisión y las posibles variaciones en la OCA/H para dicho tramo en función de la categoría de aeronaves. La construcción del área es acorde con el sistema de navegación especificado para la aproximación frustrada.

1.5.1.2 La referencia que se utiliza para calcular las distancias y las pendientes con el fin de determinar los márgenes de franqueamiento de obstáculos se denomina “comienzo del ascenso” (SOC), y se define mediante la altura y la distancia a las que el plano GP’ — plano paralelo a la trayectoria de planeo y con origen en –900 m (Cat H, –700 m) al nivel del umbral — alcanza la altitud OCA/H – HL. Tanto la OCA/H como la HL deben referirse a la misma categoría de aeronaves.

1.5.1.3 Si los obstáculos identificados en el tramo de aproximación frustrada final requieren incrementar cualquiera de las OCA/H calculadas para el tramo de precisión, puede especificarse adicionalmente una pendiente más inclinada para la superficie de aproximación frustrada (Z) si ésta proporciona el margen de franqueamiento por encima de dichos obstáculos con una OCA/H especificada menor (véase la Parte I, Sección 4, Capítulo 6, 6.2.3.1, “Pendiente de ascenso en la fase final”).

### 1.5.2 Aproximación frustrada en línea recta

1.5.2.1 *Generalidades.* El tramo de precisión termina en el punto en que la superficie Z alcanza una altura de 300 m por encima del umbral. La anchura de la superficie Z a esta distancia determina la anchura inicial del área de aproximación frustrada final que se ensancha en un ángulo de 15° a partir de dicho punto, como se ilustra en la Figura II-1-1-15. No existen áreas secundarias.

1.5.2.2 *Margen de franqueamiento de obstáculos para aproximación frustrada en línea recta.* (Véase la Figura II-1-1-16.) La elevación/altura de los obstáculos en el área de la aproximación frustrada final será inferior a

$$(OCA/H_{ps} - HL) + d_o \tan Z$$

donde:

- a) OCA/H del tramo de precisión ( $OCA/H_{ps}$ ) y HL (valor de la Tabla II-1-1-2) se refieren a la misma categoría de aeronaves;
- b)  $d_o$  se mide desde el SOC paralelamente a la derrota de aproximación frustrada en línea recta; y
- c) Z es el ángulo que forman la superficie de aproximación frustrada y el plano horizontal.

Si este requisito no puede cumplirse, se prescribirá un viraje para evitar el obstáculo en cuestión. Si no fuera posible realizar el viraje, se aumentará la OCA/H.

### 1.5.3 Aproximación frustrada con viraje

1.5.3.1 *Generalidades.* Pueden prescribirse virajes en un punto de viraje (TP) designado, a una altitud/altura designada o “lo antes posible”. Los criterios que se utilizan dependen del lugar del viraje con relación al fin normal del tramo de precisión (véase 1.4.6, “Fin del tramo”) y son los siguientes:

- a) *viraje después del fin normal del tramo de precisión.* Si se prescribe un viraje después del fin normal del tramo de precisión, se aplican los criterios generales de la Parte I, Sección 4, Capítulo 6, 6.4.5, “Viraje iniciado a una altitud/altura designada” y la Parte I, Sección 4, Capítulo 6, 6.4.6, “Viraje iniciado en un punto de viraje designado” con las siguientes excepciones:
  - 1) OCA/H se reemplaza por (OCA/H – HL) como en 1.5.2.2, “Margen de franqueamiento de obstáculos para aproximación frustrada en línea recta”; y
  - 2) dado que el punto SOC está relacionado con la OCA/H, no es posible garantizar el franqueamiento de obstáculos con los medios utilizados en las aproximaciones que no son de precisión (es decir, corrigiendo independientemente la OCA/H o el MAPt); y



- b) *viraje antes del fin normal del tramo de precisión.* Si se prescribe un viraje a una altitud/altura designada inferior a 300 m por encima del umbral, o en un TP designado de manera que el TP anterior se encuentra dentro de la distancia normal del fin del tramo de precisión, se aplicarán los criterios especificados en 1.5.3.2 y 1.5.3.3.

*Nota.— Los ajustes que se efectúen al lugar del TP designado o a la altitud de viraje designada, pueden exigir dibujar de nuevo las áreas correspondientes y calcular de nuevo los márgenes de franqueamiento de obstáculos. Esto puede hacer que se excluyan algunos obstáculos o que se incluyan otros nuevos. Por lo tanto, para obtener el valor mínimo de la OCA/H — especialmente cuando las limitaciones debidas a obstáculos son muy elevadas — quizás sea necesario corregir por experimentación el TP designado o la altitud de viraje designada. (Véase el Apéndice A).*

### 1.5.3.2 Viraje a una altitud/altura designada inferior a 300 m por encima del umbral

1.5.3.2.1 Se aplican los criterios generales (véase la Parte I, Sección 4, Capítulo 6, 6.4.5, “Viraje iniciado a una altitud/altura designada”) debidamente ampliados y modificados por el contenido de esta sección. La construcción del área de inicio del viraje y el viraje subsiguiente se ilustran en la Figura II-1-1-17.

#### 1.5.3.2.2 Altitud/altura de viraje

Se aplican los criterios generales, modificados como se explica a continuación. El tramo de precisión termina (y comienza el tramo de aproximación frustrada final) en el TP. Lo que permite el cálculo de  $OCA/H_{ps}$  y  $(OCA/H_{ps} - HL)$ . Seguidamente se determina el SOC, y la altitud/altura de viraje ( $TNA/H$ ) se calcula a partir de la siguiente relación:

$$TNA/H = OCA/H_{ps} - HL + d_z \tan Z$$

siendo:  $d_z$  la distancia horizontal desde el SOC hasta el TP y

$$OCA/H_{ps} = OCA/H \text{ calculada para el tramo de precisión.}$$

Si el TP coincide con el SOC, se anotará en la carta “virar lo antes posible a ... (rumbo o instalación)” y se incluirá información suficiente para identificar la posición y altura de los obstáculos que imponen el requisito de viraje.

#### 1.5.3.2.3 Áreas

1.5.3.2.3.1 *Área de inicio del viraje.* (Véase la Figura II-1-1-17). El área de inicio del viraje está limitada por el contorno a 300 m de la superficie Y de Cat I, y termina en el TP.

*Nota.— Se considera que el TP anterior se encuentra al principio del contorno a 300 m (punto D”) de la superficie Y de Cat I, a menos que se especifique un punto de referencia para limitar virajes prematuros (véase 1.5.3.2.6, “Protección de los virajes prematuros”).*

1.5.3.2.3.2 *Construcción de los límites de viraje.* Los límites de viraje se construyen como se especifica en la Sección 2, Capítulo 3, “Construcción del área de viraje”.

#### 1.5.3.2.4 Margen de franqueamiento de obstáculos

- a) *Margen de franqueamiento de obstáculos en el área de inicio del viraje.* La elevación/altura de los obstáculos en el área de inicio del viraje será menor que:

- 1) la altitud/altura de viraje – 50 m (164 ft) [Cat H, 40 m (132 ft)] para virajes de más de 15°; y

- 2) la altitud/altura de viraje — 30 m (98 ft) para virajes de 15° o menos,

salvo en el caso de los obstáculos situados por debajo de la superficie Y en el lado exterior del viraje, que no es necesario tener en cuenta para calcular la altitud/altura de viraje.

- b) *Margen de franqueamiento de obstáculos en el área de viraje.* La elevación/altura de los obstáculos en el área de viraje y subsiguientemente será inferior a:

la altitud/altura de viraje +  $d_o \tan Z$  – MOC

donde  $d_o$  se mide desde el obstáculo hasta el punto más cercano del límite del área de inicio del viraje y el MOC es:

- 1) 50 m (164 ft) [Cat H, 40 m (132 ft)] para virajes de más de 15°; y

- 2) 30 m (98 ft) para virajes de 15° o menos,

reduciéndose linealmente a cero en el borde exterior de las áreas secundarias, si las hubiera.

1.5.3.2.5 *Ajustes de la altitud/altura de viraje.* Si no pueden cumplirse los criterios anteriormente descritos especificados en 1.5.3.2.4, “Margen de franqueamiento de obstáculos”, se ajustará la altitud/altura de viraje. Lo que puede efectuarse de dos maneras:

- ajustando la altitud/altura sin modificar la OCA/H:* lo que significa que se desplazará el TP y que las áreas se volverán a diseñar en consecuencia; y
- elevando la altitud/altura de viraje aumentando la OCA/H:* lo que significa una altitud de viraje mayor por encima del mismo TP. Las áreas de viraje no se modifican.

1.5.3.2.6 *Protección de los virajes prematuros.* Cuando el procedimiento publicado no prevea un punto de referencia para limitar los virajes de las aeronaves que ejecuten un procedimiento de aproximación frustrada a partir de una altitud/altura de viraje superior a la del viraje designado, se efectuará una comprobación adicional de los obstáculos. Se aplican los criterios generales de la Parte I, Sección 4, Capítulo 6, 6.4.5.6, “Protección de los virajes prematuros” y los principios generales de la Parte I, Sección 4, Capítulo 6, Figura I-4-6-14, con las siguientes modificaciones:

- el límite del área de aproximación final se sustituye por la línea DD” de las superficies OAS y su prolongación;
- el FAF se sustituye por el FAP;
- el MAPt anterior se sustituye por la línea D”D” (límite anterior del área de inicio del viraje); y
- si no se puede satisfacer el criterio, el procedimiento debe prohibir los virajes antes de un punto equivalente al MAPt y se debe añadir una nota a la vista de perfil de la carta de aproximación.

### 1.5.3.3 *Viraje en un TP designado con el TP anterior antes del fin normal del tramo de precisión*

1.5.3.3.1 Cuando se especifica un viraje en un TP designado y cuando el TP anterior se encuentra antes de la distancia normal de fin del tramo de precisión, el tramo de precisión termina en el TP anterior. Esto permite el cálculo de la  $OCA/H_{ps}$  y  $(OCA/H_{ps} - HL)$ ; seguidamente se determina el SOC.

1.5.3.3.2 *Área de viraje*. El área de viraje se construye como se especifica en la Parte I, Sección 4, Capítulo 6, 6.4.6.3, “Construcción del área de viraje”, excepto que está basada en la anchura del contorno a 300 m de la superficie Y de la OAS en el TP anterior y en el TP posterior (véase la Figura II-1-1-18).

1.5.3.3.3 *Margen de franqueamiento de obstáculos*. La elevación/altura de los obstáculos será inferior a:

$$(OCA/H_{ps} - HL) + d_o \tan Z - MOC$$

siendo:  $d_o$  =  $d_z$  + la distancia más corta entre el obstáculo y la recta K-K,

$d_z$  = la distancia horizontal entre el SOC y el TP anterior,

y el MOC es:

50 m (164 ft) [Cat H, 40 m (132 ft)] para virajes de más de 15° y

30 m (98 ft) para virajes de 15° o menos.

Si la elevación/altura de los obstáculos excede a este valor, debe aumentarse la OCA/H, o desplazarse el TP para obtener el margen de franqueamiento de obstáculos necesario (véase el Apéndice A).

## 1.6 APROXIMACIONES DE PRECISIÓN SIMULTÁNEAS A PISTAS DE VUELO POR INSTRUMENTOS PARALELAS O CASI PARALELAS

*Nota.*— Los textos de orientación figuran en el Manual sobre operaciones simultáneas en pistas de vuelo por instrumentos paralelas o casi paralelas (Doc 9643).

### 1.6.1 Generalidades

Cuando se prevea utilizar procedimientos de aproximaciones de precisión simultáneas a pistas paralelas, en el diseño de ambos procedimientos se aplicarán los siguientes criterios adicionales:

- a) el ángulo máximo de interceptación con el rumbo de aproximación final es de 30°. El punto de interceptación con el rumbo de aproximación final debería situarse al menos a 3,7 km (2,0 NM) antes del punto de interceptación de la trayectoria de planeo;
- b) las altitudes mínimas de los tramos de aproximación intermedia de ambos procedimientos difieren en al menos 300 m (1 000 ft); y
- c) las derrotas nominales de los dos procedimientos de aproximación frustrada divergen en al menos 30°. Los virajes de aproximación frustrada asociados se especificarán como “lo antes posible”.

### 1.6.2 Margen de franqueamiento de obstáculos

Los criterios de franqueamiento de obstáculos para aproximaciones de precisión, especificados en los correspondientes capítulos, se aplican para cada procedimiento de precisión paralelo. Además de aplicar estos criterios, se deberá efectuar una comprobación de los obstáculos del área en el lado opuesto de la otra pista paralela para proteger los virajes prematuros que son necesarios para evitar toda posible aeronave intrusa procedente de la pista adyacente. Esta comprobación puede hacerse utilizando una serie de superficies de evaluación de obstáculos para aproximaciones paralelas (PAOAS) definidas por separado. En el Apéndice D figura un ejemplo de un método de evaluación de obstáculos para estos procedimientos.

## 1.7 PROMULGACIÓN

### 1.7.1 Generalidades

1.7.1.1 Se aplican los criterios generales de la Parte I, Sección 2, Capítulo 1, 1.10, “Promulgación”. La carta de aproximación por instrumentos para un procedimiento de aproximación ILS se identificará mediante el título ILS RWY XX. Si se incluyen en la carta los valores mínimos de Categoría II y/o III, el título será ILS RWY XX Cat II o ILS RWY XX Cat II y III, según proceda. Si se publica más de una aproximación ILS para la misma pista, se aplicará la regla convencional de título de procedimiento duplicado, identificando la aproximación que tenga los mínimos inferiores como ILS Z RWY XX.

1.7.1.2 Si se publica más de una aproximación ILS para la misma pista y algunos tramos de las dos aproximaciones no son iguales, se aplicará la regla convencional de título de procedimiento duplicado. Como ejemplo, en dos aproximaciones ILS a la misma pista que tengan distintos procedimientos de aproximación frustrada, se aplicará la regla convencional de título de procedimiento duplicado. Cuando se publiquen dos aproximaciones diferentes a la misma pista, la aproximación que tenga los mínimos más bajos deberá identificarse como ILS Z RWY XX.

1.7.1.3 Cuando se identifique un punto de referencia de aproximación final en el FAP, se adjuntará un aviso en el procedimiento declarando que el descenso en la trayectoria de planeo por debajo de la altitud del FAF no está permitido hasta que se pase el FAF.

### 1.7.2 Promulgación de los valores de la OCA/H

#### 1.7.2.1 Promulgación de la OCA/H para procedimientos de aproximación de Cat I y II

1.7.2.1.1 Los valores de OCA o de OCH, según proceda, se promulgarán para aquellas categorías de aeronaves para las que se haya diseñado el procedimiento. Los valores se basarán en las siguientes condiciones normalizadas:

- a) Cat I volando con baroaltímetro;
- b) Cat II volando con radioaltímetro y piloto automático;
- c) dimensiones de aeronaves normalizadas (véase 1.1.3, “Condiciones normalizadas”); y
- d) pendiente de ascenso en aproximación frustrada del 2,5%.

1.7.2.1.2 La autoridad competente podrá acordar con los explotadores, y promulgar, valores adicionales de la OCA/H, siempre que las modificaciones se hayan efectuado usando las directrices y los algoritmos definidos en 1.4.8.7, “Ajuste de las constantes OAS”.

1.7.2.1.3 Los explotadores y la autoridad competente podrán acordar el uso de valores de la OCA/H para procedimientos de aproximación de Cat I, basados en los márgenes de pérdida de altura/error de radioaltímetro, y dichos valores podrán promulgarse si se cumple el requisito de 1.4.8.8.3.3, “Verificación del radioaltímetro”.

#### 1.7.2.2 Promulgación de procedimientos de aproximación de Cat III

Podrán autorizarse operaciones de Cat III siempre que la OCA/H de Cat II apropiada se encuentre por debajo de la altura de la superficie horizontal interna del Anexo 14. También se podrán autorizar operaciones de Cat III con una OCA/H de Cat II que se encuentre dentro de un margen de 60 m desde la altura de la superficie horizontal interna, siempre que se extiendan las superficies de aproximación interna, transición interna y aterrizaje interrumpido de la Cat II establecidas en el Anexo 14 para proteger dicha OCA/H.

### 1.7.3 Viraje a una altitud/altura designada (aproximación frustrada)

Si el TP coincide con el SOC, se anotará en la carta “virar lo antes posible a ... (rumbo o instalación)” y se incluirá información suficiente para identificar la posición y altura de los obstáculos que imponen el requisito de viraje requerido.

### 1.7.4 Viraje en un TP designado (aproximación frustrada)

Cuando el procedimiento requiera ejecutar un viraje en un TP designado, debe publicarse junto con el procedimiento la siguiente información:

- a) el TP, cuando esté designado por un punto de referencia; o
- b) el radial VOR, la marcación NDB, o la distancia DME de intersección cuando no se disponga de guía de derrota (véase la Parte I, Sección 2, Capítulo 2, 2.6.4, “Punto de referencia de aproximación frustrada”).

### 1.7.5 Procedimientos que implican ángulos de trayectoria de planeo no normalizados

Los procedimientos que implican trayectorias de planeo con ángulos de más de 3,5°, o con otros ángulos cuando la velocidad nominal de descenso excede de 5 m/s (1 000 ft/min), se consideran no normalizados y están sujetos a restricciones (véase 1.4.8.8.3.1, “Márgenes de pérdida de altura (HL)/error de altímetro”. Normalmente, estos procedimientos están restringidos a aeronaves y explotadores específicamente autorizados y se promulgan con las correspondientes restricciones — tanto para las aeronaves como para las tripulaciones — anotadas en la carta de aproximación.

### 1.7.6 Pendiente adicional para el tramo de aproximación frustrada final

Si los obstáculos identificados en el tramo de aproximación frustrada final suponen un aumento en alguna de las OCA/H calculadas para el tramo de precisión, puede especificarse adicionalmente una pendiente más inclinada para la superficie de aproximación frustrada (Z), si ésta proporciona el margen de franqueamiento necesario por encima de dichos obstáculos con una OCA/H especificada menor (véase la Parte I, Sección 4, Capítulo 6, 6.2.3.1, “Pendiente de ascenso en la fase final”).

**Tabla II-1-1-1. Distancia mínima entre los puntos de interceptación del localizador y la trayectoria de planeo**

<i>Ángulo de interceptación con el localizador (grados)</i>	<i>Cat A/B/H</i>	<i>Cat C/D/E</i>
0 — 15	2,8 km (1,5 NM)	2,8 km (1,5 NM)
16 — 30	3,7 km (2,0 NM)	3,7 km (2,0 NM)
31 — 60	3,7 km (2,0 NM)	4,6 km (2,5 NM)
61 — 90	3,7 km (2,0 NM)	5,6 km (3,0 NM)
o dentro de un procedimiento de hipódromo o de inversión		

**Tabla II-1-1-2. Margen de pérdida de altura/error de altímetro**

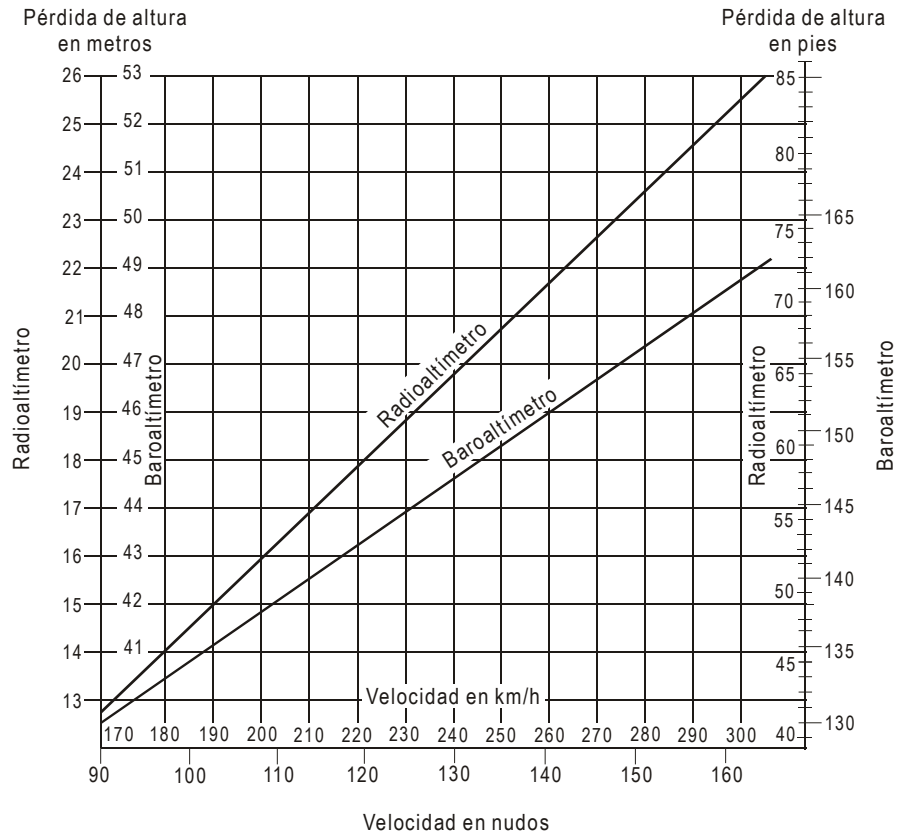
<i>Categoría de aeronaves (<math>V_{at}</math>)</i>	<i>Margen utilizando radioaltímetro</i>		<i>Margen utilizando baroaltímetro</i>	
	<i>Metros</i>	<i>Pies</i>	<i>Metros</i>	<i>Pies</i>
A – 169 km/h (90 kt)	13	42	40	130
B – 223 km/h (120 kt)	18	59	43	142
C – 260 km/h (140 kt)	22	71	46	150
D – 306 km/h (165 kt)	26	85	49	161
H – 167 km/h (90 kt)	8	25	35	115

*Nota 1.— La velocidad para Cat H es la velocidad máxima en aproximación final, no  $V_{at}$ .*

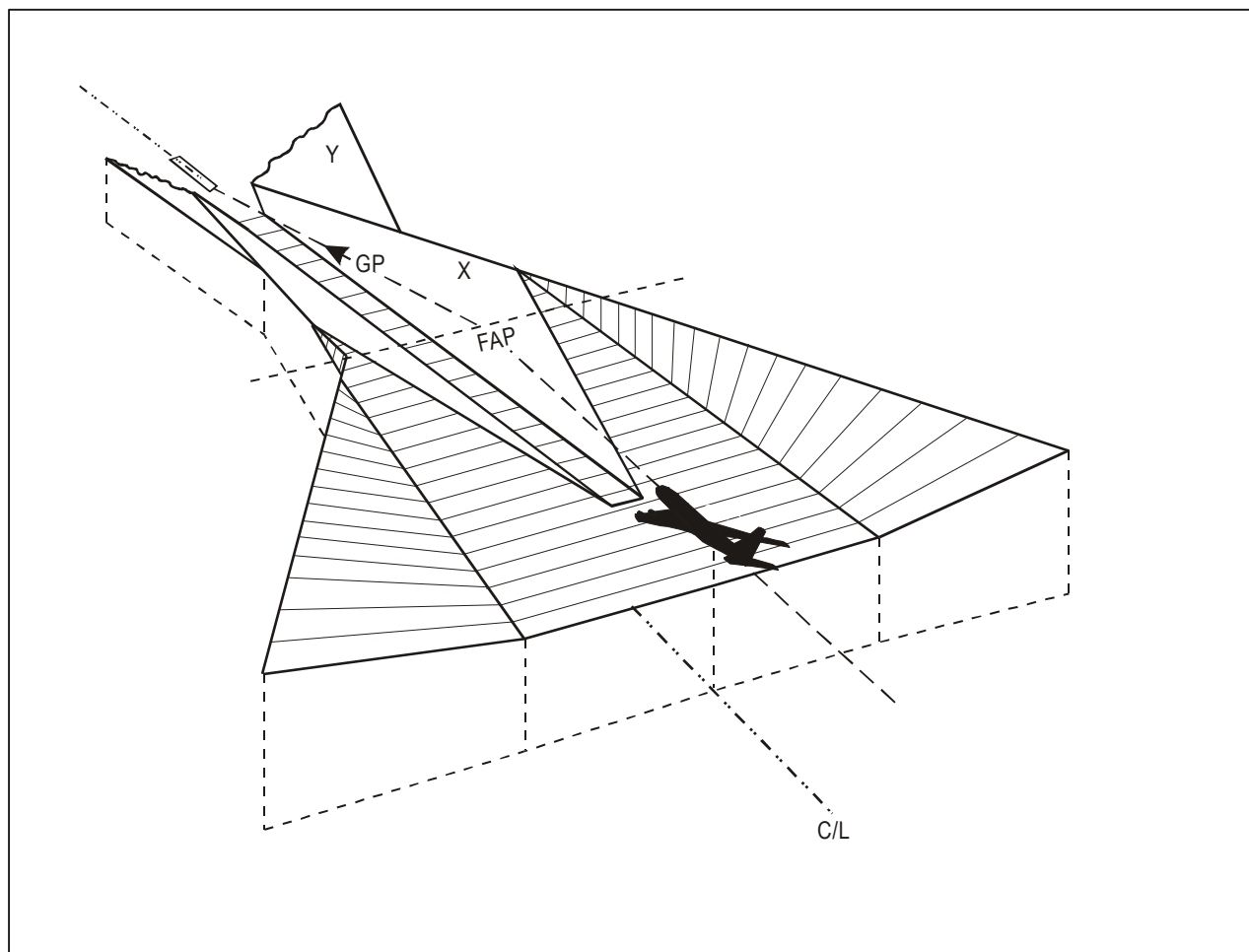
*Nota 2.— Para aeronaves de Cat E, consultar las ecuaciones de 1.4.8.8.3.4.*

**Tabla II-1-1-3. Objetos que pueden no tenerse en cuenta al calcular la OCA/H**

	<i>Altura máxima por encima del umbral</i>	<i>Distancia lateral mínima desde el eje de la pista</i>
Antena GP	17 m (55 ft)	120 m
Aeronave en rodaje	22 m (72 ft)	150 m
Aeronave en apartadero de espera o en punto de espera en rodaje a una distancia entre el umbral y –250 m	22 m (72 ft)	120 m
Aeronave en apartadero de espera o en punto de espera en rodaje a una distancia entre el umbral y –250 m (solamente Cat I)	15 m (50 ft)	75 m

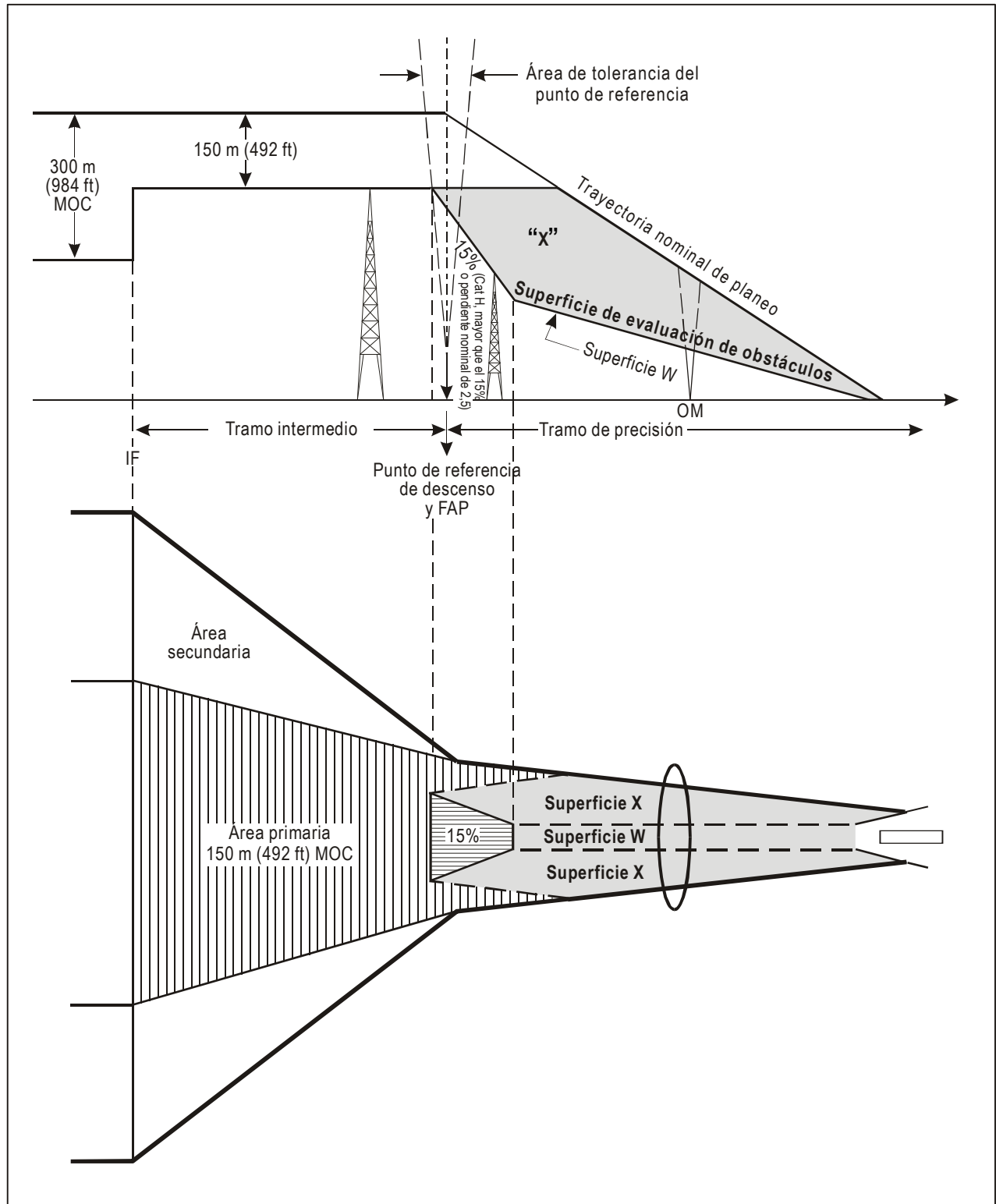


**Tabla II-1-1-4. Márgenes de pérdida de altura/error de altímetro en función de la velocidad**

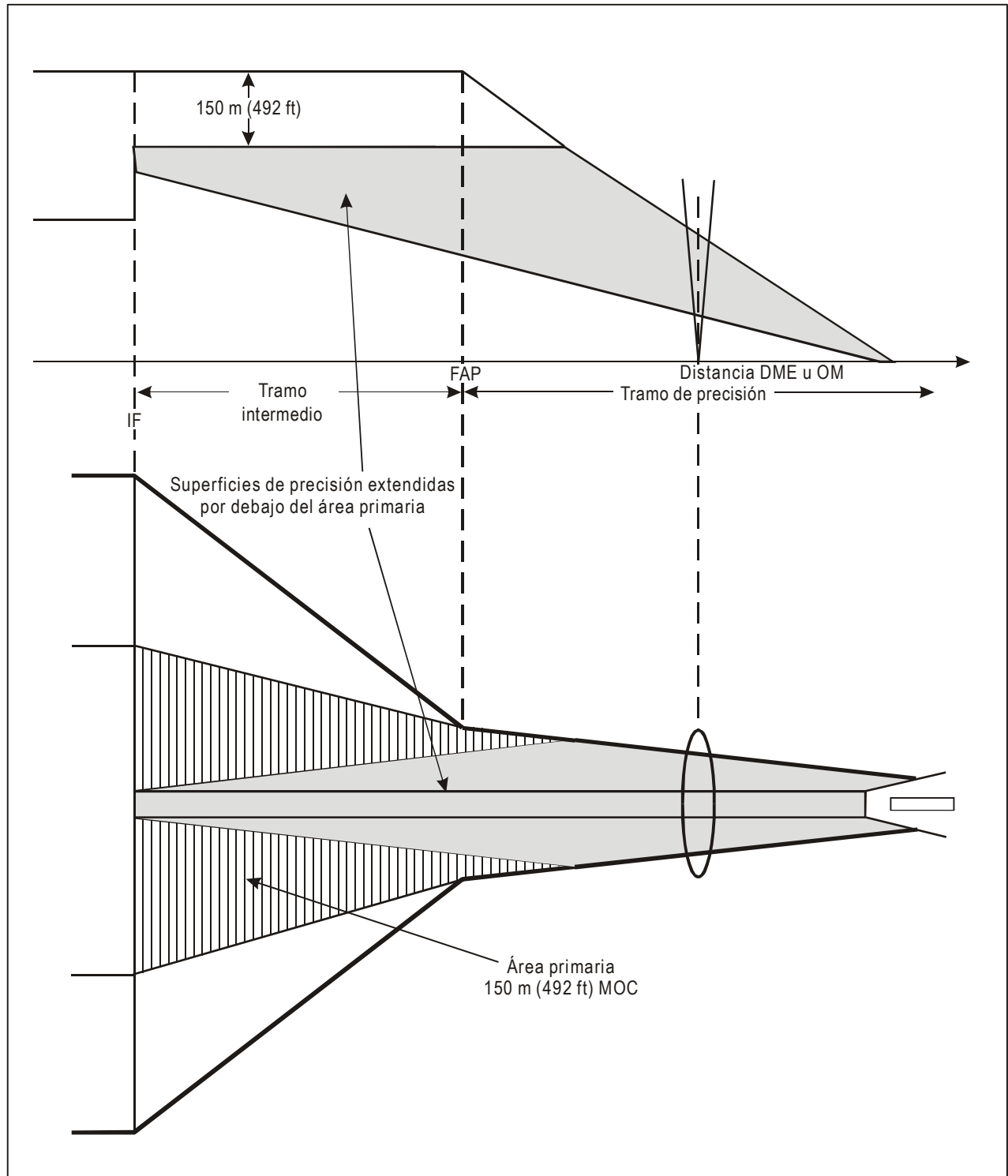


**Figura II-1-1-1. Punto de enlace — vista en perspectiva del enlace del tramo de aproximación final con el precedente**

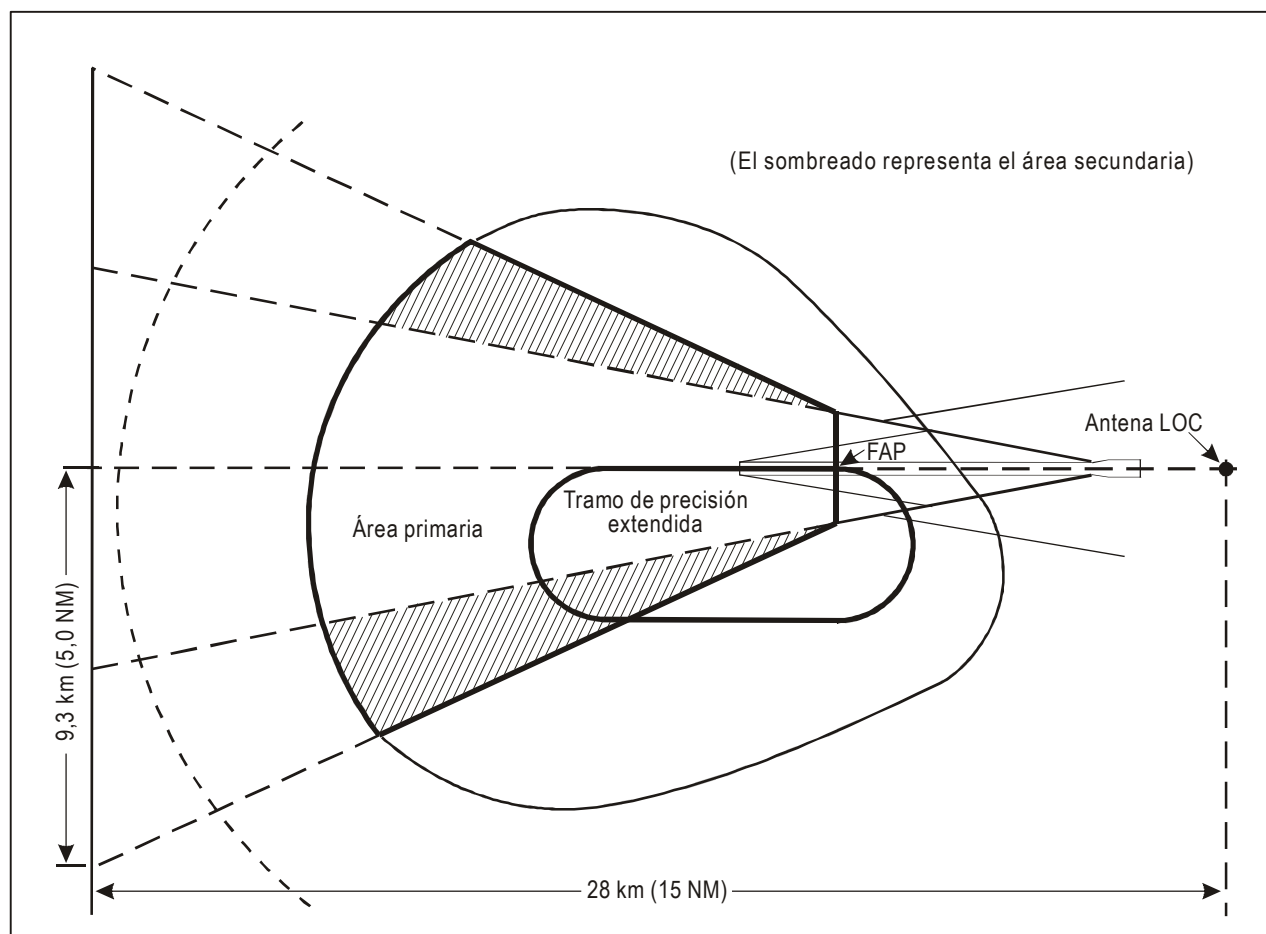




**Figura II-1-1-2. Punto de referencia de aproximación final definido por el punto de referencia de descenso situado en el punto de aproximación final**



**Figura II-1-1-3. Tramo de precisión sin punto de referencia de aproximación final**



**Figura II-1-1-4. Área de aproximación intermedia. Aproximación ILS utilizando un procedimiento de inversión o de hipódromo**

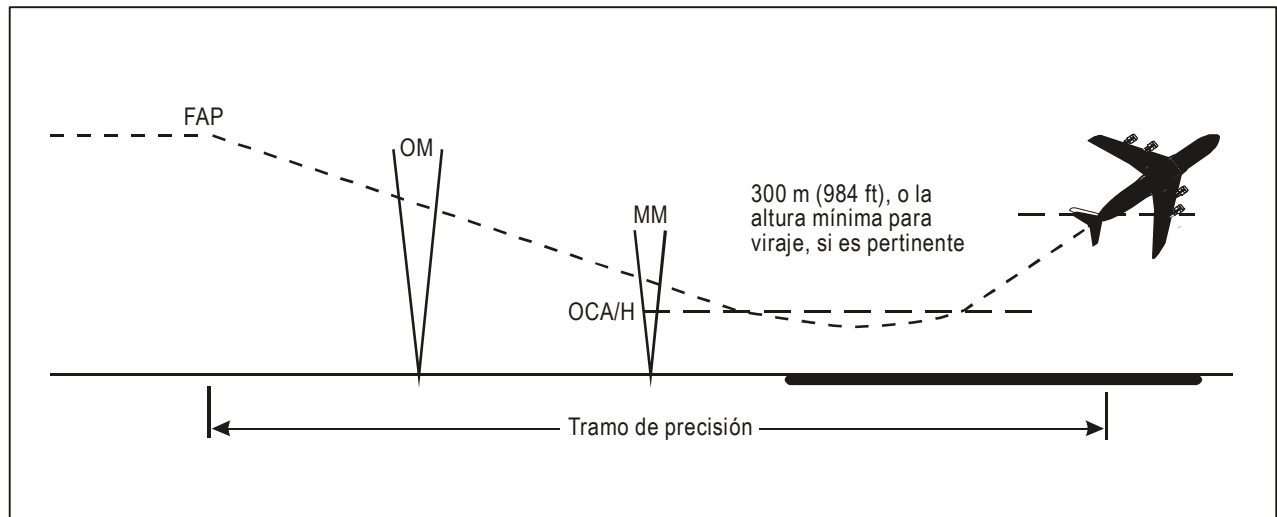


Figura II-1-1-5. Tramo de precisión

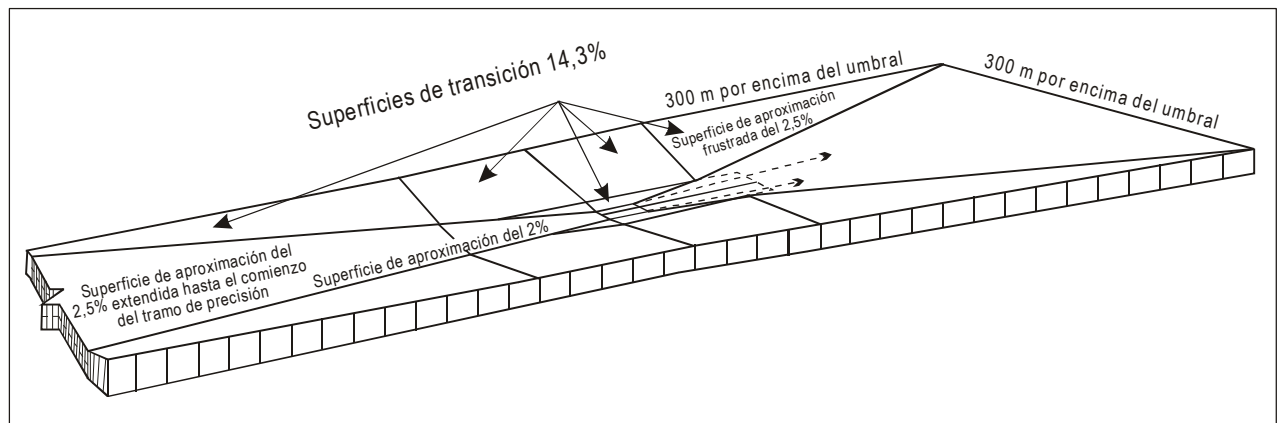


Figura II-1-1-6. Ilustración de las superficies ILS básicas descritas en 1.4.7.2

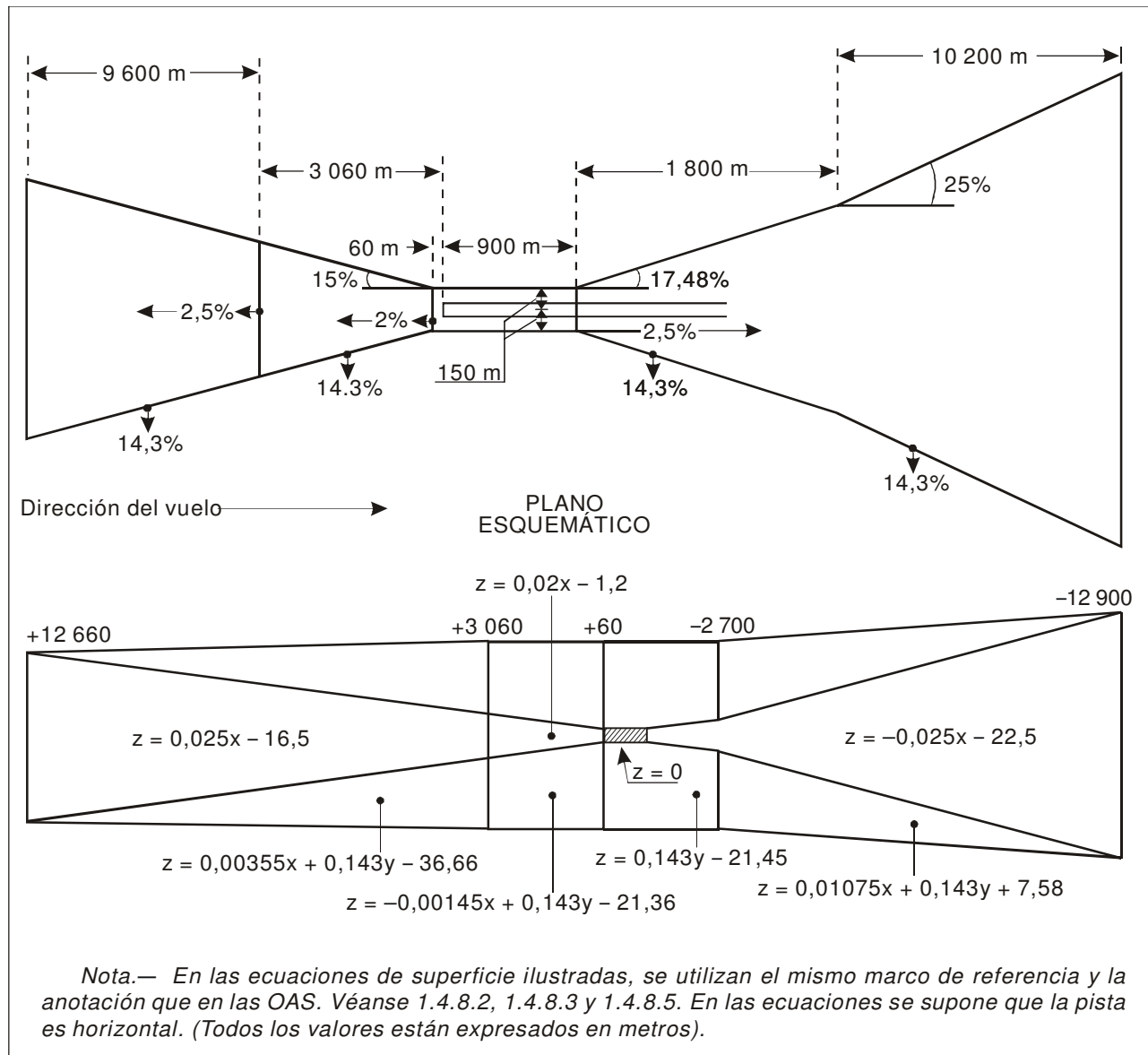


Figura II-1-1-7. Ecuaciones de superficie — superficies ILS básicas

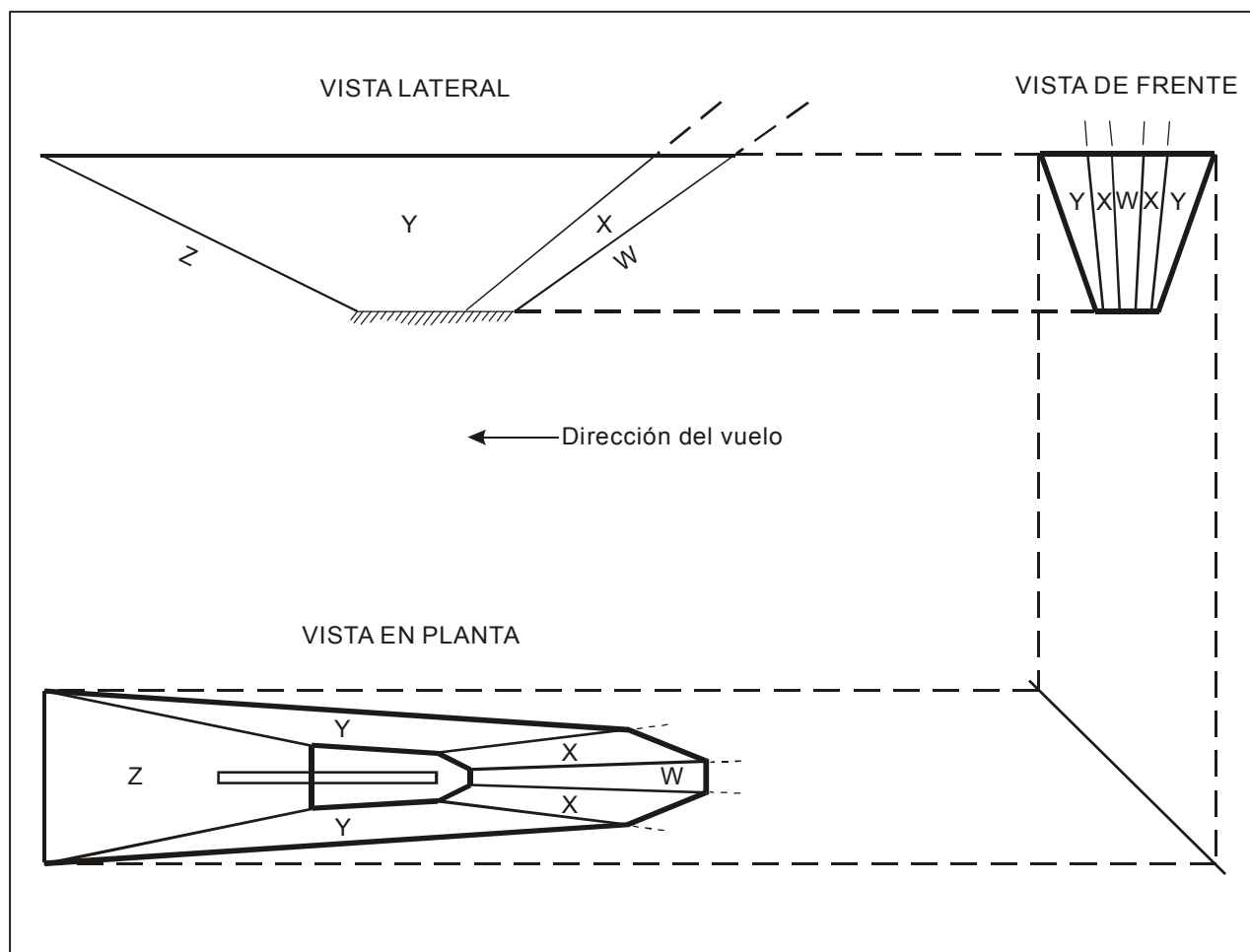
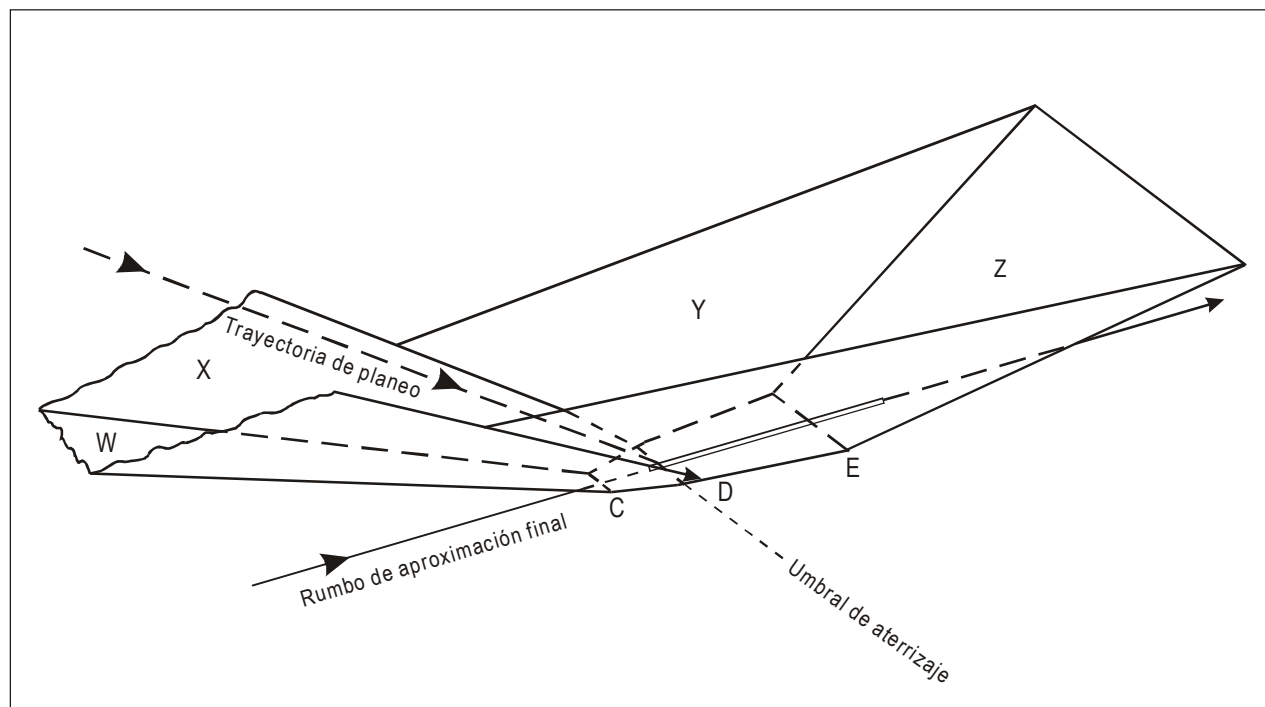
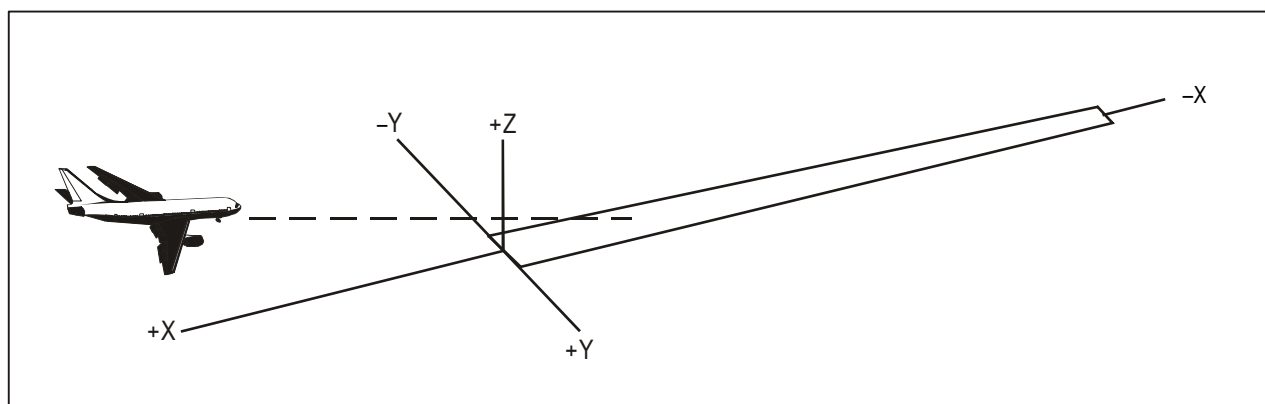


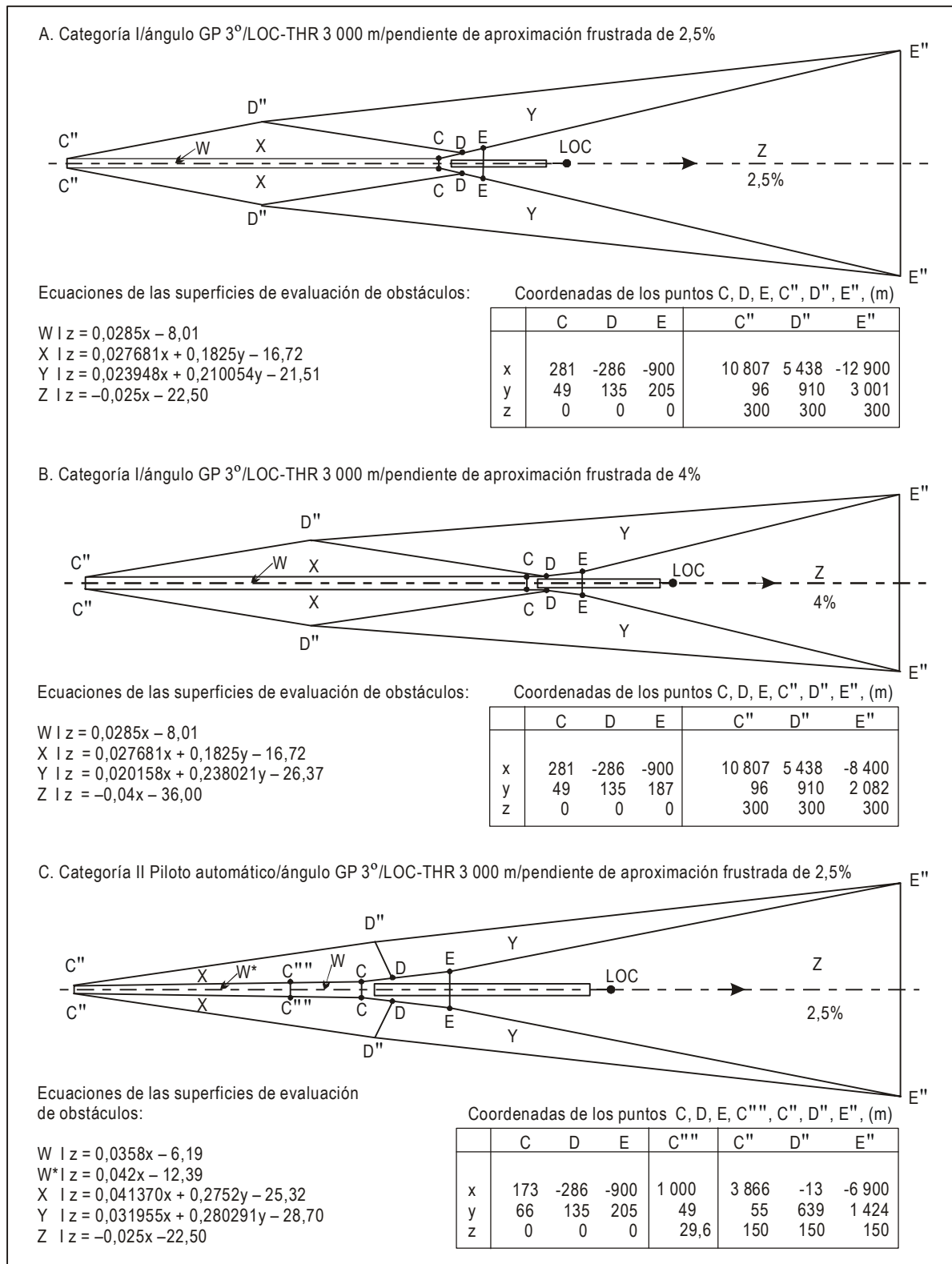
Figura II-1-1-8. Ilustraciones de las superficies ILS de evaluación de obstáculos



**Figura II-1-1-9. Ilustraciones de las superficies ILS de evaluación de obstáculos — vista en perspectiva**



**Figura II-1-1-10. Sistema de coordenadas**



**Figura II-1-1-11. Contornos de las OAS típicas para aeronaves de dimensiones normalizadas**



**OAS**

NAVIGATION AID DATA

Approach Category

Glide path (°)  LOC THR Dist <sup>(1)</sup>  m

RDH  m Course width at THR  m

AIRCRAFT DATA

M/App CG (%)  CAT  STD ☒ Wing Semi Span  m GP Wheel / Antenna height  m

OAS constants

	A	B	C		A	B	C
W	<input type="text" value="0.028500"/>	<input type="text" value="0.000000"/>	<input type="text" value="-8.01"/>	Y	<input type="text" value="0.023948"/>	<input type="text" value="0.210054"/>	<input type="text" value="-21.51"/>
W*				Z	<input type="text" value="-0.025000"/>	<input type="text" value="0.000000"/>	<input type="text" value="-22.50"/>
X	<input type="text" value="0.027681"/>	<input type="text" value="0.182500"/>	<input type="text" value="-16.72"/>				

OAS Template coordinates -m (metres)

	X	Y
C	<input type="text" value="281"/>	<input type="text" value="49"/>
D	<input type="text" value="-286"/>	<input type="text" value="135"/>
E	<input type="text" value="-900"/>	<input type="text" value="205"/>

300 m Height

	X	Y
C"	<input type="text" value="10807"/>	<input type="text" value="96"/>
C'''		
D"	<input type="text" value="5438"/>	<input type="text" value="910"/>
E"	<input type="text" value="-12900"/>	<input type="text" value="3001"/>

OAS height calculator

X  m Y  m Z  m

(1) For MLS read: "Azimuth antenna to THR distance"; for GBAS read: "GARP-LTP distance".

Figura II-1-1-12. Datos de salida de las OAS generados por el soporte lógico de OAS de los PANS-OPS

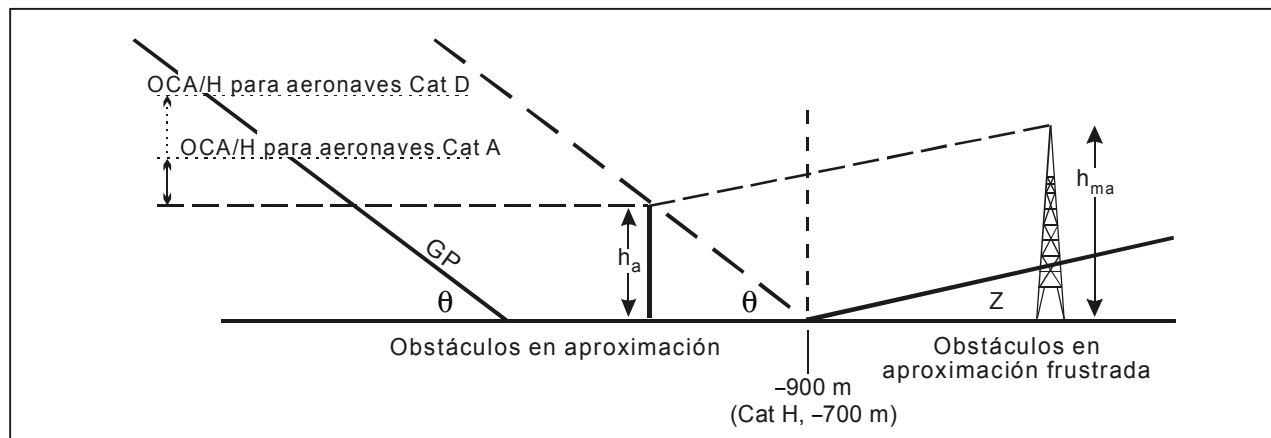


Figura II-1-1-13. Obstáculo en aproximación frustrada después de -900 m

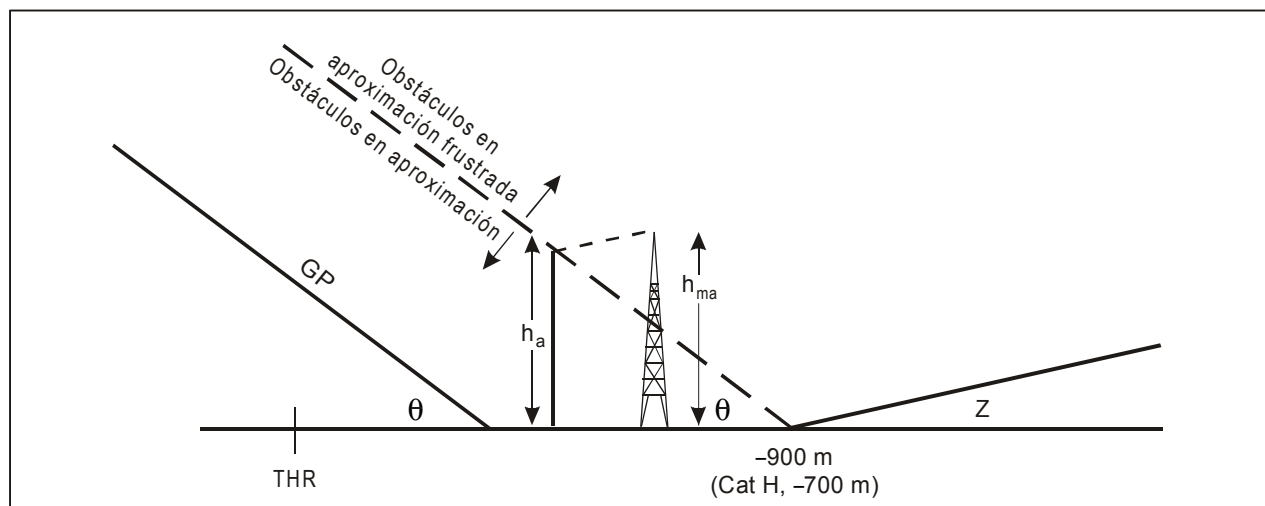
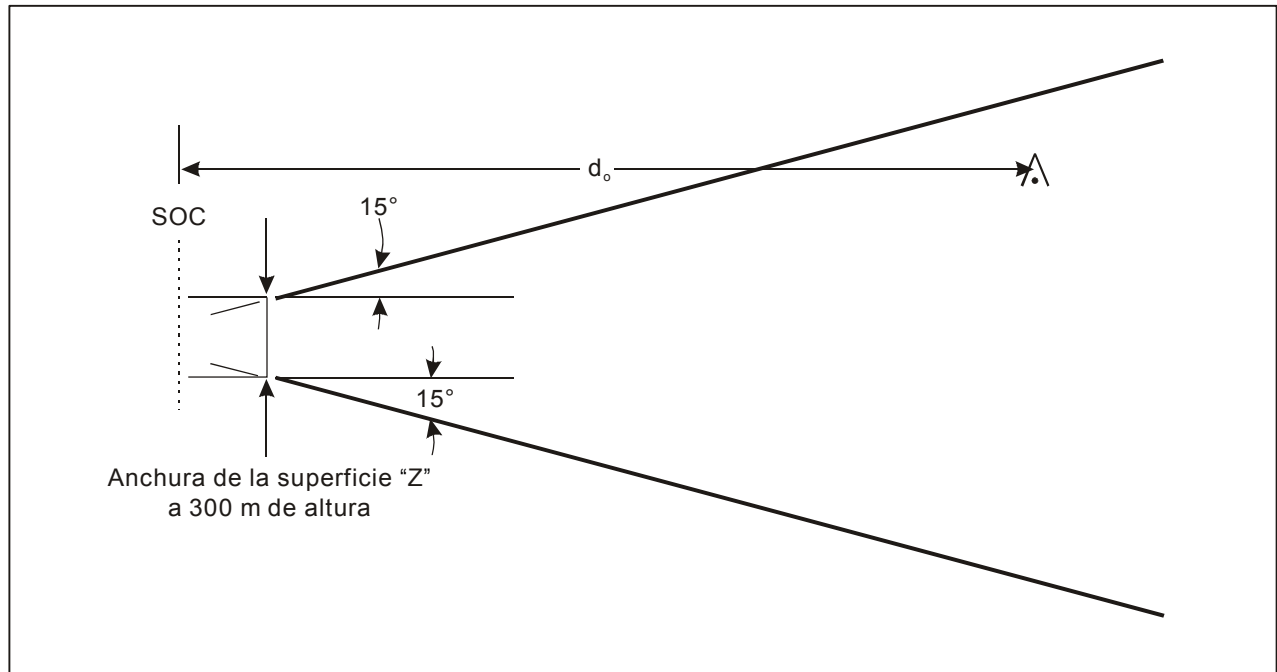
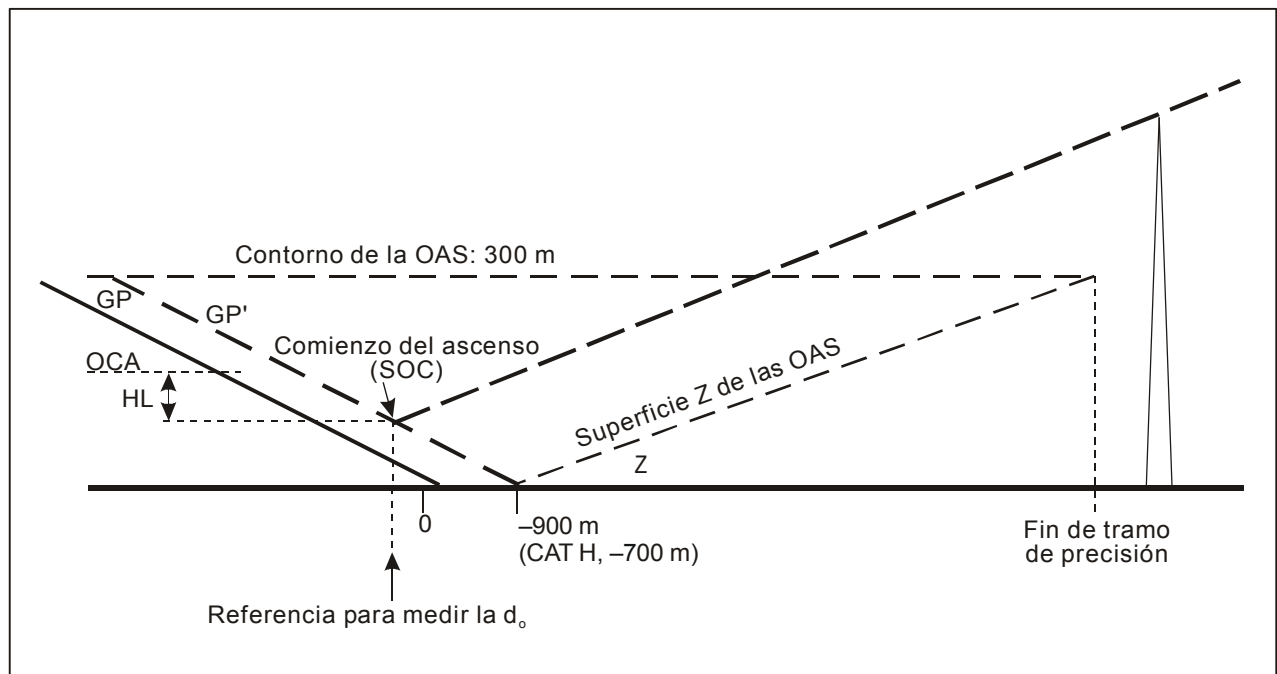


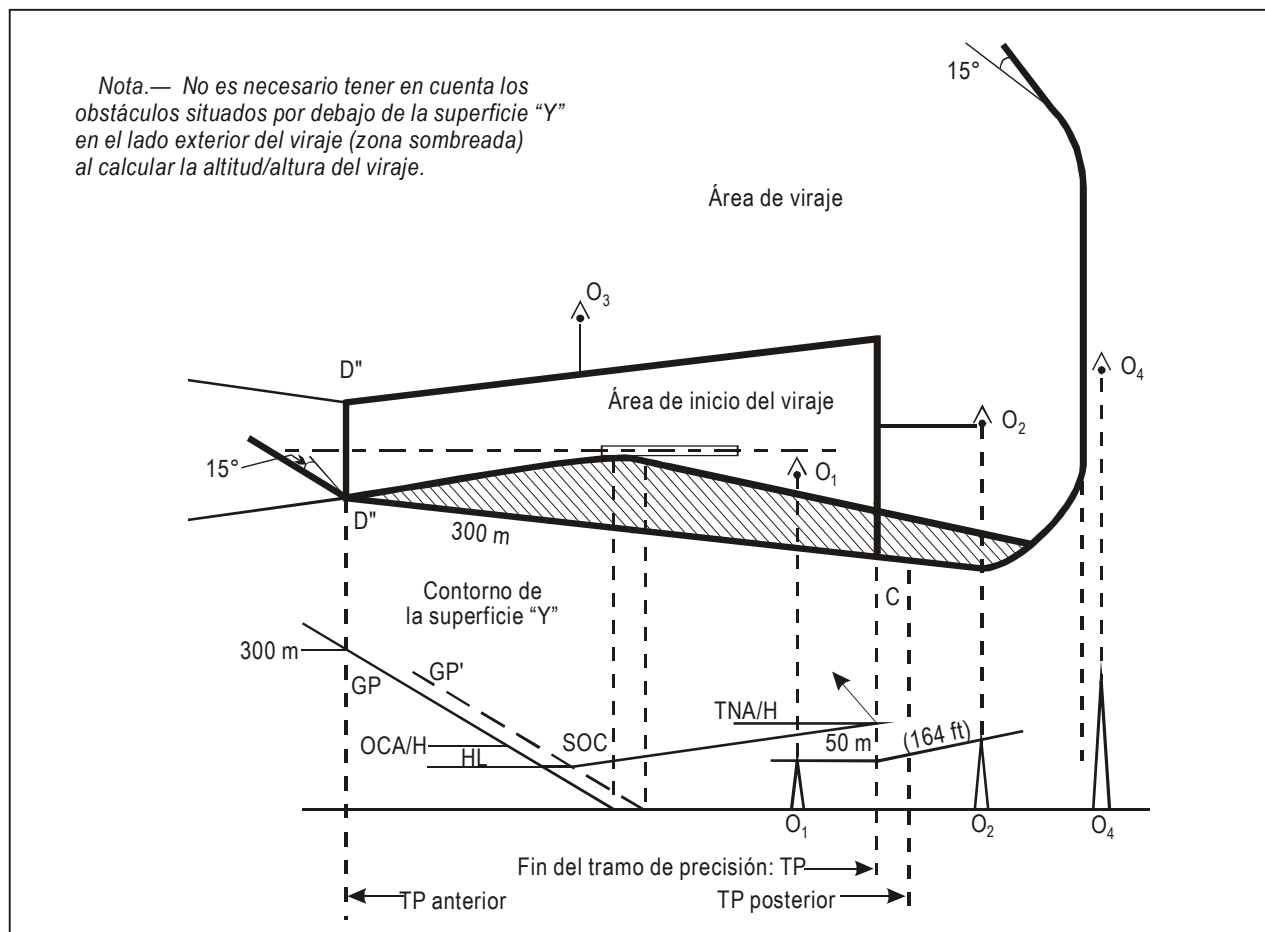
Figura II-1-1-14. Obstáculo en aproximación frustrada antes de -900 m



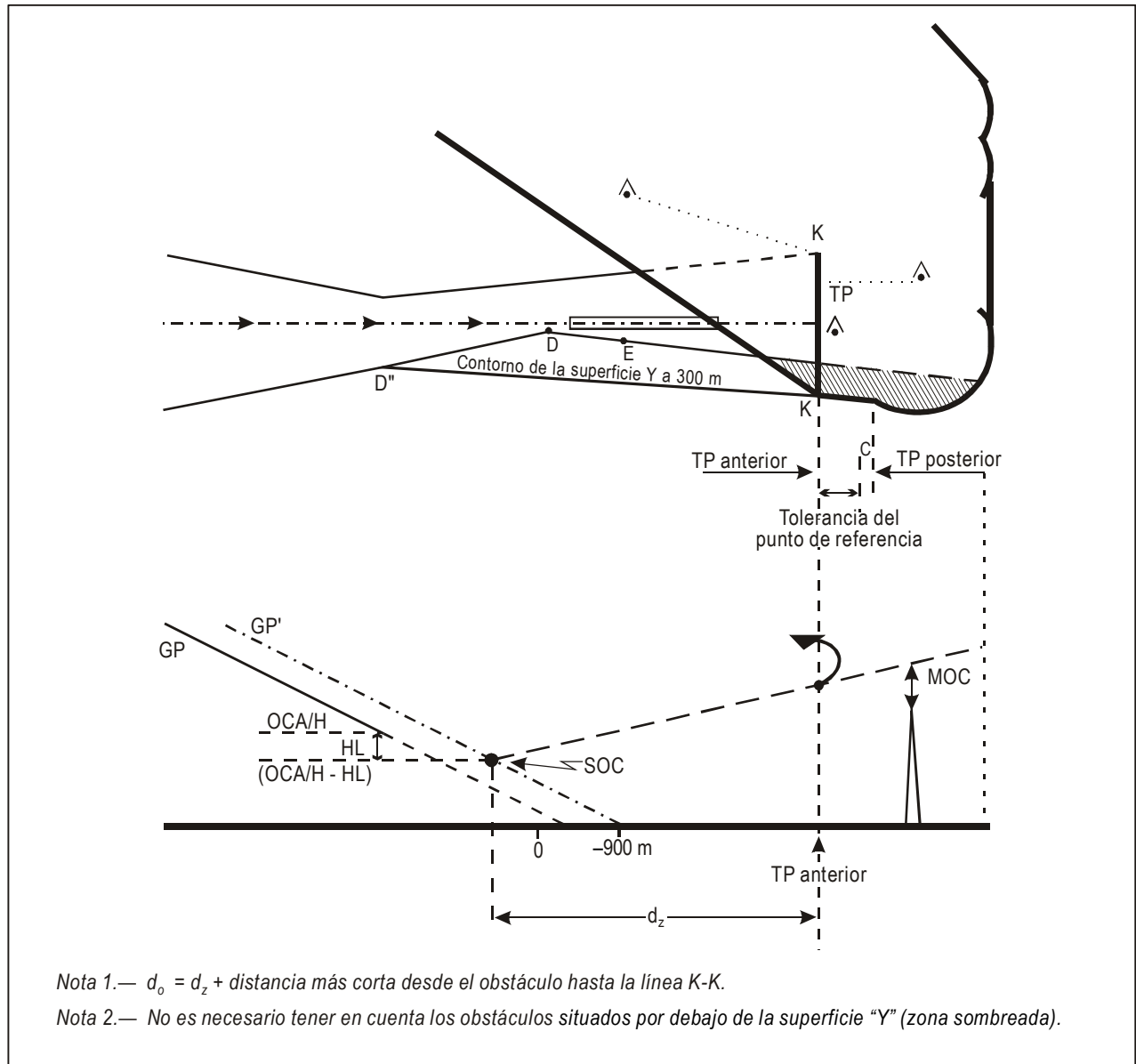
**Figura II-1-1-15. Tramo final de una aproximación frustrada en línea recta**



**Figura II-1-1-16. Margen de franqueamiento de obstáculos en una aproximación frustrada en línea recta**



**Figura II-1-1-17. Viraje a una altitud designada**



**Figura II-1-1-18. Viraje en un TP designado (con punto de referencia de TP)**



## Apéndice A del Capítulo 1

### ILS: APROXIMACIÓN FRUSTRADA CON VIRAJE ASOCIADA A UNA APROXIMACIÓN DE PRECISIÓN

(véase el Capítulo 1, 1.5.3, “Aproximación frustrada con viraje”)

#### 1. INTRODUCCIÓN

1.1 Este apéndice contiene algunos textos de orientación sobre la manera de ajustar la altitud de viraje o el lugar en que está situado el TP en el caso de una aproximación frustrada con viraje asociada a una aproximación de precisión, y proporciona algunas fórmulas simples para utilizarlas cuando se debe aumentar la OCA/H.

1.2 Asimismo, este apéndice describe un método para tratar el viraje a una altitud dada desde el interior del tramo de precisión, lo que reduce las desventajas provocadas por algunos obstáculos cuando se aplican las técnicas más generales del Capítulo 1, 1.5.3, “Aproximación frustrada con viraje”.

#### 2. CORRECCIONES DE LA ALTITUD DE VIRAJE/SITUACIÓN DEL TP

##### 2.1 Viraje a una altitud dada

2.1.1 Se supone que se ha designado el viraje a una altitud dada para evitar el obstáculo 01.

2.1.2 *Obstáculo al frente en el área de viraje* (véase la Figura II-1-1-Ap A-1). Si un obstáculo situado en 02, en el área de viraje, no se puede sobrevolar con el margen adecuado, las opciones para resolver el problema son:

- a) disminuir la altitud de viraje a fin de excluir 02 del área de viraje. En este caso, los obstáculos dentro del área de inicio del viraje (como 03) pueden ser un problema. Es decir, quizá no sea posible reducir la altitud de viraje en la medida necesaria (ya que la altitud de viraje debe ser, al menos, la elevación del obstáculo 03 + MOC aplicable a virajes);
- b) restringir la velocidad de aproximación frustrada final. Seguidamente, se reducirá el radio de viraje y el área de viraje podría excluir 02. (Naturalmente, si se aplica la restricción de velocidad, la velocidad publicada deberá mantenerse por encima de la velocidad de la fase intermedia de la aproximación frustrada); y
- c) aumentar la OCA/H. Esto aumentará la altitud de viraje sin tener que desplazar el TP posterior. La nueva OCA/H puede determinarse utilizando el método descrito en el párrafo 3.

2.1.3 *Obstáculo en el área de inicio del viraje*. Si un obstáculo situado en el área de inicio del viraje (como 03) es más elevado que la altitud de viraje menos el margen aplicable a los virajes, es necesario aumentar la altitud de viraje. Las opciones son:

- a) aumentar la altitud de viraje desplazando el TP posterior alejándolo del SOC. Esto resulta aceptable en la medida en que 01 permanezca fuera del área de viraje;

- b) si esto no resultase posible, la velocidad de aproximación frustrada final podrá restringirse para reducir el radio de viraje y mantener 01 fuera del área de viraje; y
- c) aumentar la OCA/H sin desplazar el TP posterior. La nueva OCA/H puede determinarse utilizando la fórmula del párrafo 3.

2.1.4 *Obstáculo en el área de viraje junto a la derrota directa de aproximación frustrada.* Si un obstáculo situado en el área de viraje, como el 04, no se puede sobrevolar con el margen de franqueamiento adecuado, se utilizarán las opciones a) o b) descritas en 2.1.3, “Obstáculo en el área de inicio del viraje”.

## 2.2 Viraje en un TP designado

2.2.1 *Obstáculo al frente en el área de viraje.* Si un obstáculo situado por delante en el área de viraje no se puede sobrevolar con el margen de franqueamiento adecuado (como 02 en la Figura II-1-1-Ap A-2), las opciones son:

- a) desplazar el TP acercándolo al SOC a fin de excluir 02 del área de viraje. En este caso, la dificultad consiste en que podría resultar difícil conseguir el margen vertical aplicable a virajes en el TP anterior (lo que ocurrirá en un punto más bajo de la trayectoria nominal de vuelo);
- b) si el problema no pudiera resolverse, la velocidad de aproximación frustrada final podría restringirse a fin de reducir el radio de viraje y excluir 02 del área; y
- c) aumentar la OCA/H utilizando el método descrito en el párrafo 3.

2.2.2 *Obstáculo junto a la derrota en línea recta de aproximación frustrada (y antes de la distancia al TP anterior).* Si un obstáculo como 04 (véase la Figura II-1-1-Ap A-2) no se puede sobrevolar con el margen de franqueamiento adecuado, las opciones para resolver el problema son:

- a) desplazar el TP alejándolo del SOC. Lo que aumentará la altitud nominal por encima del obstáculo e incluso podría llegar a excluir 04 del área de viraje. Naturalmente, esto resulta aceptable en la medida en que el obstáculo 01 (véase la Figura II-1-1-Ap A-2) puede mantenerse fuera del área;
- b) si esto no fuera posible, la velocidad de aproximación frustrada final podría restringirse; y
- c) aumentar la OCA/H utilizando el método descrito en el párrafo 3.

## 3. CÁLCULO DE LA OCA/H

### 3.1 Cálculo de la OCH a partir de datos de los obstáculos ( $h_o$ , $d_o$ )

Siempre que se encuentren obstáculos en el área de viraje, es posible encontrar una OCH compatible con dichos obstáculos utilizando la fórmula:

$$OCH = \frac{(h_o + MOC) \cot Z - d + 900}{\cot Z + \cot \theta} + HL$$

donde:  $h_o$  es la altura (en metros) del obstáculo por encima del umbral



$\theta$  es el ángulo de la trayectoria de planeo

MOC es el margen aplicable a los virajes (en metros) y

$d$  (en metros) = distancia (desde el umbral hasta el TP) +  $d_o$

En caso de viraje a una altitud dada:

$d_o$  es la distancia más corta desde el obstáculo hasta el límite del área de inicio del viraje y

$d$  = distancia (desde el umbral hasta el TP anterior) +  $d_o$

En caso de viraje en un TP designado:

$d_o$  es la distancia más corta desde el obstáculo hasta el TP anterior (recta K-K).

### 3.2 Cálculo de la OCH a partir de una pérdida de altitud dada por encima de un obstáculo

Este método es aplicable siempre que se haya comprobado que un obstáculo es un problema. Esto significa que la altitud nominal por encima del obstáculo no será adecuada para una aeronave en ascenso en el SOC desde una OCH calculada previamente. Si expresamos la diferencia de altitud como  $\text{dif (alt)}$ , el aumento necesario de la OCH [ $\text{dif (OCH)}$ ] se obtendrá de la fórmula:

$$\text{dif (OCH)} = \frac{\text{dif (alt)} \cot Z}{\cot Z + \cot \theta}$$

Este método puede aplicarse también para virajes a una altitud dada, cuando un obstáculo situado en el área de inicio del viraje sea más alto que (altitud de viraje – MOC). Entonces, el aumento necesario de la OCH [véase 2.1.3, “Obstáculo en el área de iniciación del viraje”, b)] se obtendrá de la fórmula anteriormente descrita, donde:

$$\text{dif (alt)} = \text{elevación del obstáculo} + \text{MOC} - \text{altitud de viraje previa.}$$

## 4. TÉCNICA PARA LA REDUCCIÓN DEL ÁREA DE VIRAJE PARA UN VIRAJE A UNA ALTITUD DADA DESDE DENTRO DEL TRAMO DE PRECISIÓN

### 4.1 Área de inicio del viraje

El área de inicio del viraje puede definirse con más precisión trazando un área formada por dos partes. La primera parte es el área comprendida por el contorno de la OAS a la altitud de viraje, truncado en el punto de viraje como se describe en el Capítulo 1, 1.5.3.2.1. La segunda parte del área está limitada por:

- el contorno de la OAS a 300 m truncado por la línea que une los puntos D”; y
- dos líneas  $D_{TL}$  definidas de la forma siguiente:

$$D_T = (\text{HL} - \text{RDH}) \cot \theta + 900 \text{ m en unidades del SI}$$

donde  $D_T$  es la distancia desde un punto de aproximación frustrada en la GP hasta el correspondiente SOC en GP’.

Seguidamente, la distancia  $D_T$  se traza desde cada punto  $D''$  en la dirección de  $E''$  a los puntos  $Y$  y  $V$ . A continuación se construyen las líneas  $D_{TL}$  a través de los puntos  $Y$  y  $V$  desde el contorno de la OAS a 300 m hasta el contorno de la OAS a la altitud de viraje, de forma que sean paralelas a las líneas  $DD''$ . El área comprendida por las dos partes de la construcción es el área de inicio del viraje (véase la Figura II-1-1-Ap A-3).

## 4.2 Área de viraje

El límite exterior del área de viraje puede construirse ahora a partir del área de inicio del viraje descrita anteriormente, utilizando las técnicas y principios descritos en la Parte I, Sección 2, Capítulo 3, “Construcción del área de viraje” y aplicándolos a los puntos  $D''$ ,  $V$ ,  $W$  y  $X$ . Sin embargo, cuando el límite exterior (línea  $B$  — véase la Figura II-1-1-Ap A-4) se vuelve paralelo a la línea  $D_{TL}$  y para virajes de ángulos mayores, también debe considerarse la espiral de viraje a partir del punto  $Y$ .

## 4.3 Margen de franqueamiento de obstáculos para virajes de menos de 75°

4.3.1 *Área de viraje para virajes de menos de 75°.* El área de viraje se divide en cuatro áreas para la aplicación del margen de franqueamiento de obstáculos. El área 1 está comprendida por el contorno de la OAS a la altura de viraje, truncado por la línea del punto de viraje. Las otras áreas están definidas por los límites del área de viraje — y las líneas 1 y 2 de la Figura II-1-1-Ap A-5 que se trazan paralelas al límite del viraje anterior y desde el punto menos ventajoso del contorno de la OAS a la altura de viraje y la línea del punto de viraje respectivamente. Las áreas están numeradas del 1 al 4 como se muestra en la Figura II-1-1-Ap A-5.

4.3.2 *Área 1.* En el área 1, la elevación/altura del obstáculo será menor que:

$$\text{Altitud/altura de viraje} - \text{MOC}$$

MOC = 50 m (164 ft) para virajes de más de 15° y

MOC = 30 m (98 ft) para virajes de 15° o menos.

4.3.3 *Área 2.* En el área 2, la elevación/altura del obstáculo será menor que:

$$\text{Altitud/altura de viraje} + d_o \tan Z - \text{MOC}$$

siendo:  $d_o$  = la distancia más corta entre el obstáculo y la línea del punto de viraje (véase la Figura II-1-1-Ap A-6)

$Z$  = ángulo de la superficie de aproximación frustrada

MOC = 50 m (164 ft) para virajes de más de 15° y 30 m (98 ft) para virajes de 15° o menos.

4.3.4 *Área 3.* En el área 3, la elevación/altura del obstáculo será menor que:

$$\text{Altitud/altura de viraje} + d_o \tan Z - \text{MOC}$$

siendo:  $d_o$  = la distancia entre el obstáculo y el contorno de la OAS a la altitud de viraje medida a lo largo de una paralela al límite del viraje prematuro (véase la Figura II-1-1-Ap A-6)

$Z$  = ángulo de la superficie de aproximación frustrada

MOC = 50 m (164 ft) para virajes de más de 15° y 30 m (98 ft) para virajes de 15° o menos.

4.3.5 *Área 4.* En el área 4, la altura de los obstáculos será menor que:

$$A_w X_M + C_w + d_o \tan Z - \text{MOC}$$

siendo:  $A_w$  = coeficiente A de la OAS W

$X_M$  = coordenada X de la OAS para el punto M

$C_w$  = coeficiente C de la OAS W

$d_o$  = distancia entre el obstáculo y la OAS W medida a lo largo de una paralela al límite del viraje prematuro (véase la Figura II-1-1-Ap A-6)

$Z$  = ángulo de la superficie de aproximación frustrada

MOC = 50 m (164 ft) para virajes de más de 15° y 30 m (98 ft) para virajes de 15° o menos.

4.3.6 *Obstáculos no considerados.* No es necesario considerar los obstáculos existentes en la zona sombreada de la Figura II-1-1-Ap A-6 como obstáculos de aproximación frustrada, ya que en el tramo de precisión se ha considerado su importancia para la aproximación frustrada y porque una aeronave que vire en aproximación frustrada se alejará de ellos. Los límites interiores de esta área son la prolongación de la línea del punto de viraje, el contorno de la OAS a la altitud de viraje y la OAS W.

#### 4.4 Margen de franqueamiento de obstáculos para virajes de más de 75°

4.4.1 *Área de viraje para virajes de más de 75°.* El área de viraje se divide en dos áreas para la aplicación del margen de franqueamiento de obstáculos. La primera área está comprendida por el contorno de la OAS a la altitud de viraje truncado por la línea del punto de viraje como se describe previamente en 4.3.1, “Área de viraje para virajes de menos de 75°”. En esta área, la elevación/altura del obstáculo será menor que:

$$\text{Altitud/altura de viraje} - 50 \text{ m}$$

En el resto del área, la elevación/altura del obstáculo será menor que:

$$\text{Altitud/altura de viraje} + d_o \gamma - 50 \text{ m}$$

siendo:  $d_o$  = la distancia más corta entre el obstáculo y el contorno de la OAS a la altitud de viraje o la línea del punto de viraje (véase la Figura II-1-1-Ap A-7)

$\gamma$  = la pendiente de ascenso de la superficie de aproximación frustrada o el coeficiente A de la OAS W, de ambos valores el que sea menor.

4.4.2 *Obstáculos no considerados.* No es necesario considerar como obstáculos en aproximación frustrada (véase la parte sombreada de la Figura II-1-1-Ap A-7) los obstáculos situados por debajo de la parte de la superficie exterior Y limitada por:

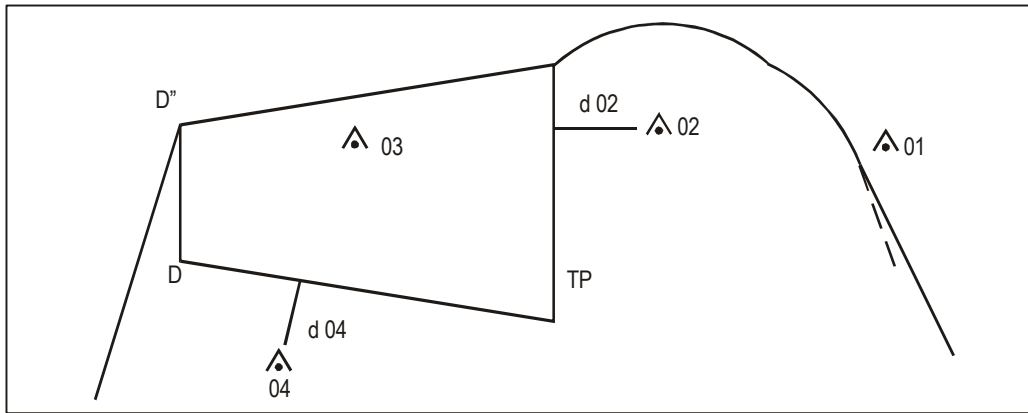
- a) el contorno a 300 m;
- b) el contorno de la OAS a la altitud de viraje;
- c) la prolongación de la línea del punto de viraje; y
- d) la línea DD”.

#### **4.5 OCH de más de 140 m**

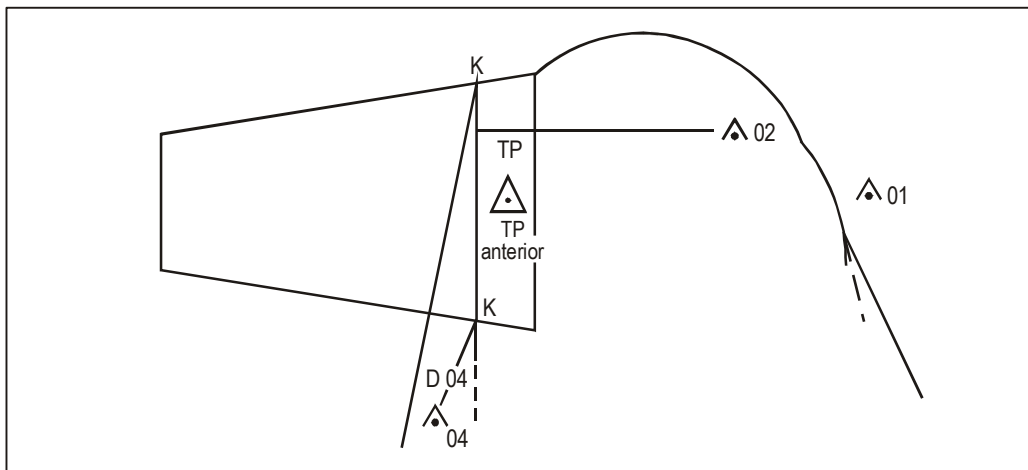
Las construcciones anteriormente descritas en 4.3.1, “Área de viraje para virajes de menos de 75°” y 4.4.1, “Área de viraje para virajes de más de 75°” no serán posibles cuando la OCH sea de más de (aproximadamente) 140 m. En ese caso, las Figuras II-1-1-Ap A-6 y II-1-1-Ap A-7 se modifican como se ilustra en las Figuras II-1-1-Ap A-8 y II-1-1-Ap A-9 respectivamente.

### **5. PROMULGACIÓN**

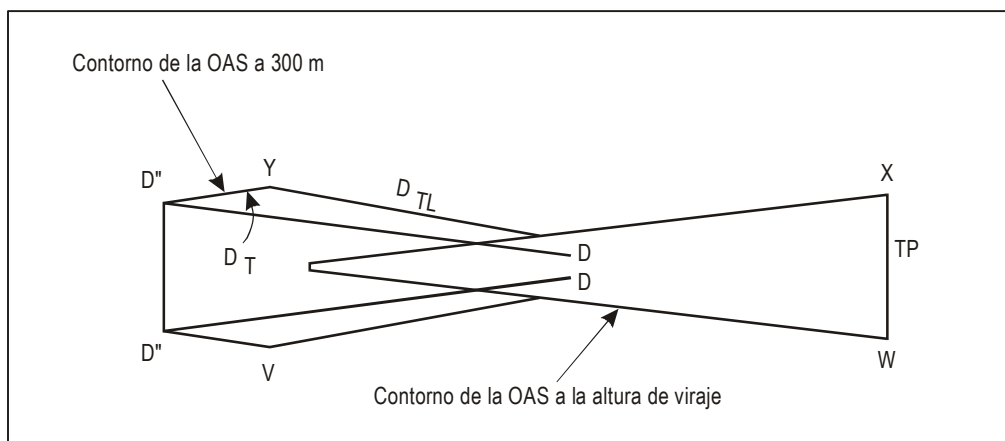
Si en caso de viraje a una altitud dada, la velocidad de aproximación frustrada final se restringe a fin de reducir el radio de viraje y excluir un obstáculo, la velocidad publicada se mantendrá por encima de la velocidad de la fase intermedia en la aproximación frustrada.



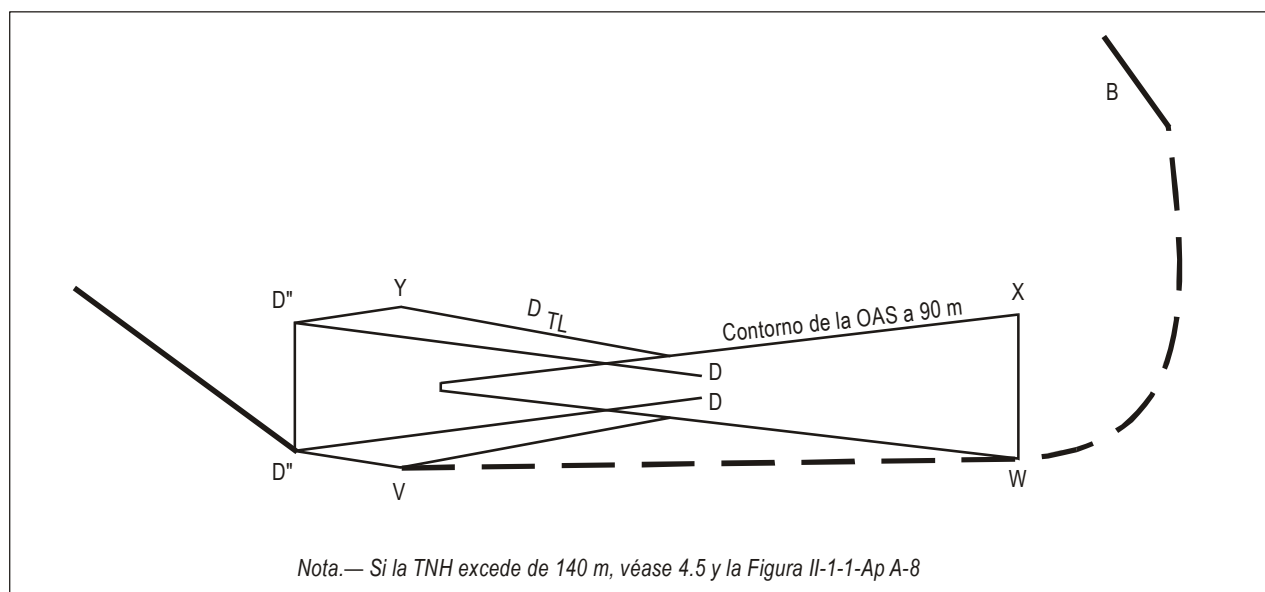
**Figura II-1-1-Ap A-1. Viraje a una altitud dada**



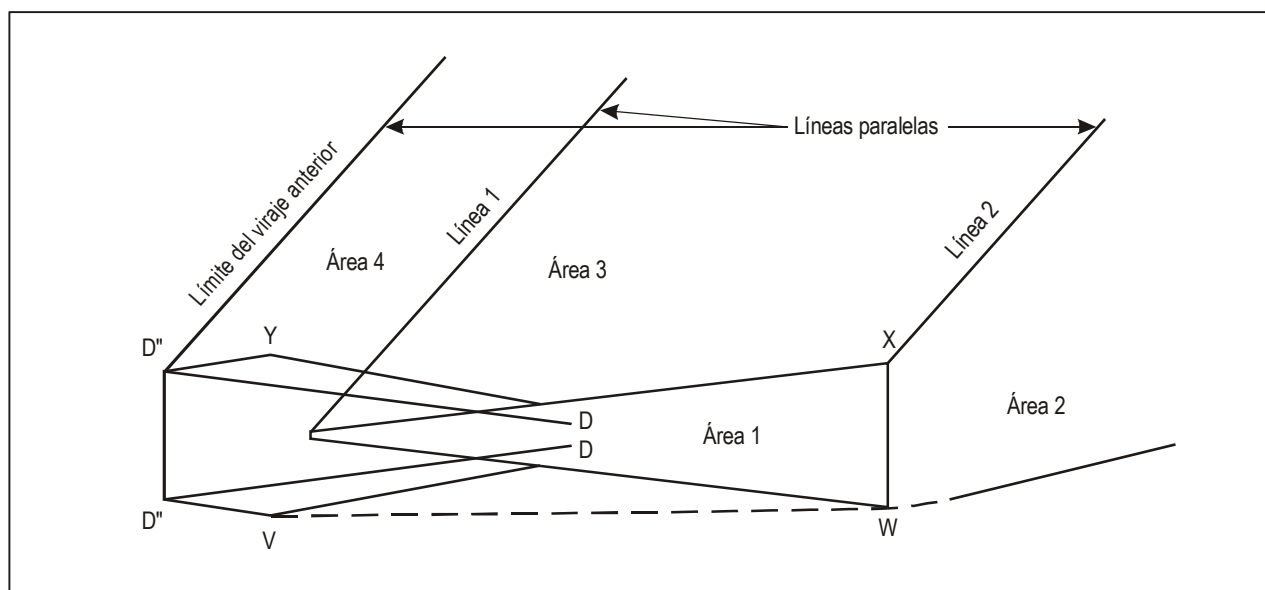
**Figura II-1-1-Ap A-2. Viraje en un punto de viraje designado**



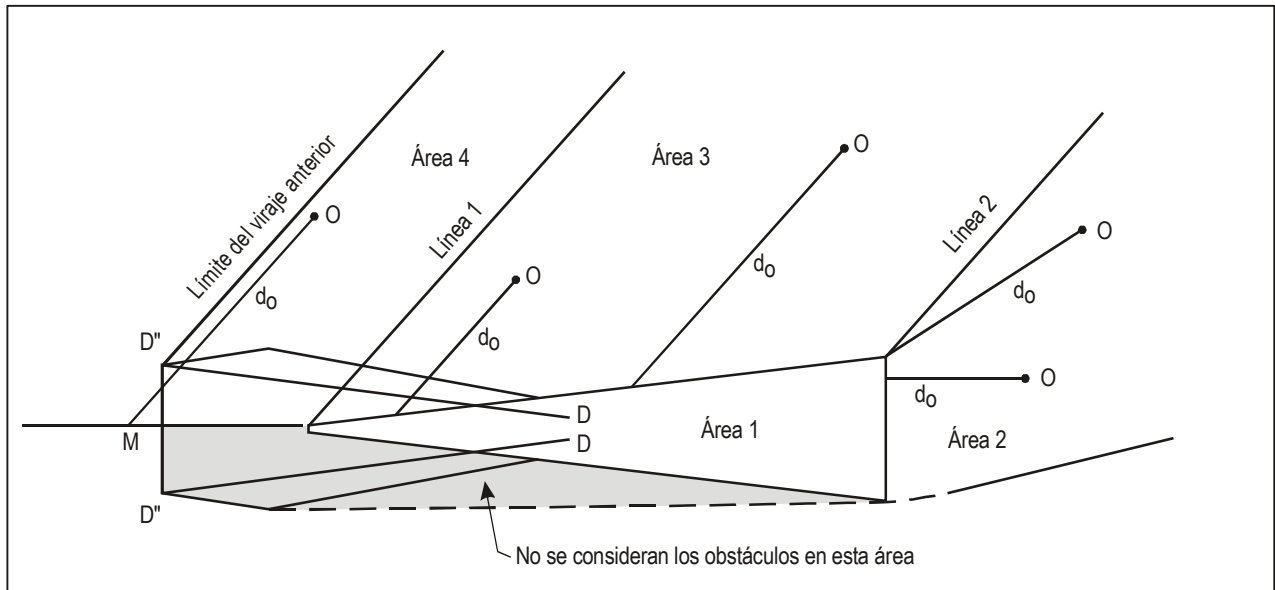
**Figura II-1-1-Ap A-3. Área de inicio del viraje (altura de viraje: 90 m)**



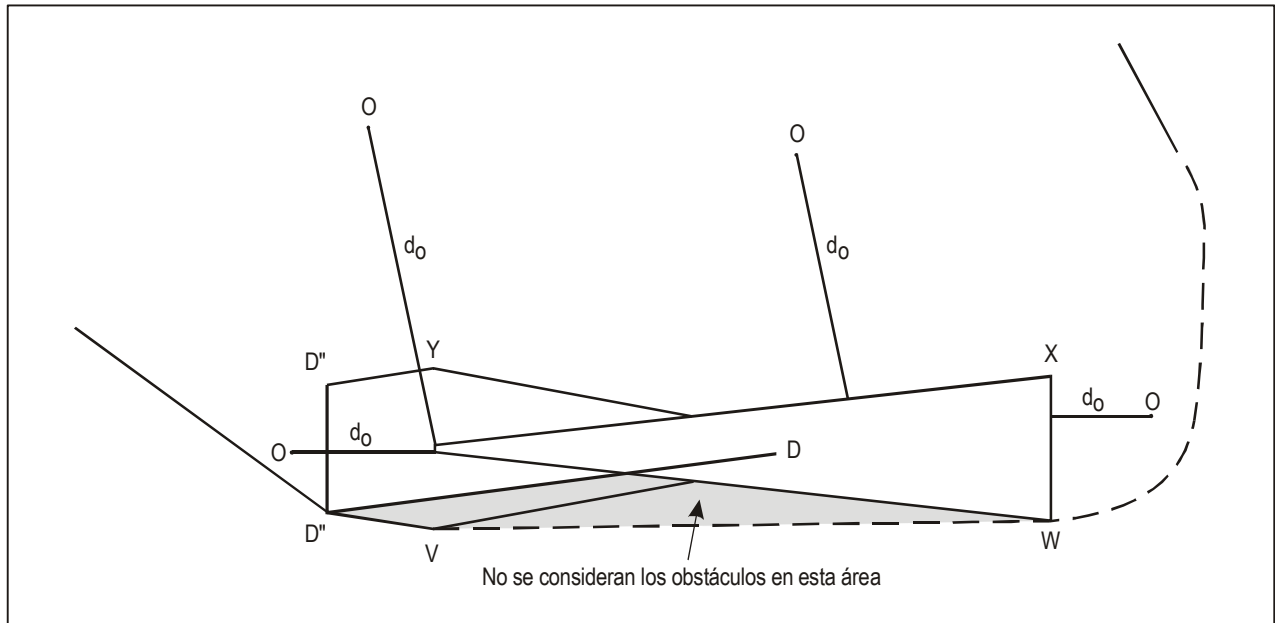
**Figura II-1-1-Ap A-4. Área de viraje (TNH = 90 m)**



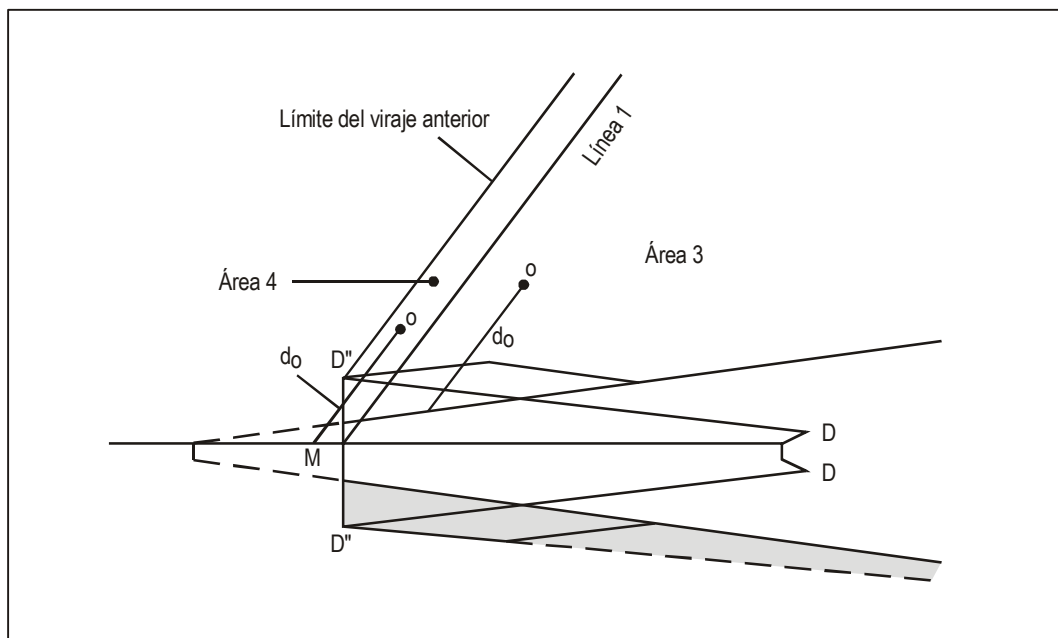
**Figura II-1-1-Ap A-5. Áreas para la aplicación del margen de franqueamiento de obstáculos (TNH = 90 m)**



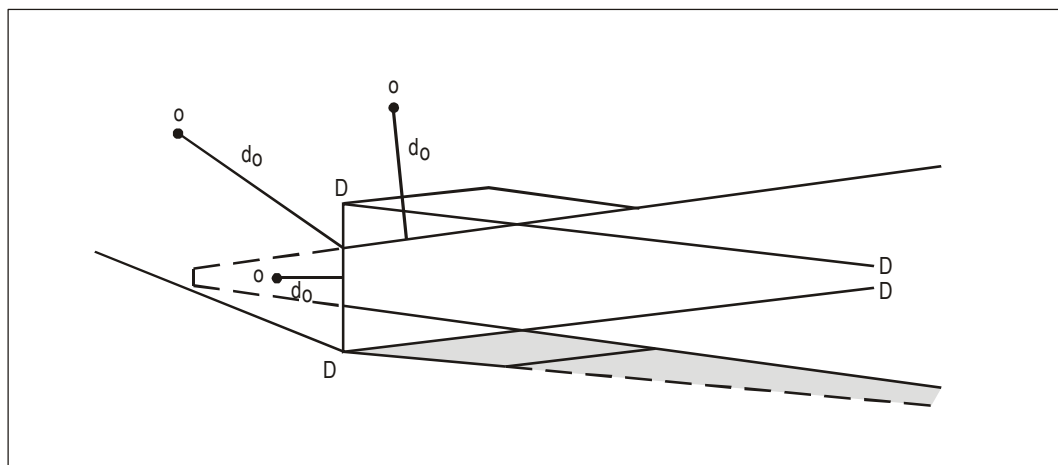
**Figura II-1-1-Ap A-6. Medición de las distancias  $d_o$  hasta los obstáculos (viraje de menos de 75E)**



**Figura II-1-1-Ap A-7. Medición de las distancias  $d_o$  hasta los obstáculos (viraje de más de 75E)**



**Figura II-1-1-Ap A-8.** Caso en que la TNH está por encima de (aproximadamente) 140 m (viraje de menos de 75E)



**Figura II-1-1-Ap A-9.** Caso en que la TNH está por encima de (aproximadamente) 140 m (viraje de más de 75E)



## **Apéndice B del Capítulo 1**

### **ILS O MLS: APROXIMACIONES CON ÁNGULO DE TRAYECTORIA DE PLANEEO PRONUNCIADO**

#### **1. GENERALIDADES**

En el procedimiento de aproximación sólo deberían utilizarse ángulos de trayectoria de planeo de más de 3,5° para el franqueamiento de obstáculos y no deben emplearse como medio para incorporar procedimientos de atenuación del ruido. Tales procedimientos no están normalizados, por lo que requieren una autorización especial.

#### **2. DISEÑO DEL PROCEDIMIENTO**

##### **2.1 Criterios de franqueamiento de obstáculos**

Los siguientes criterios de franqueamiento de obstáculos deberían ajustarse al ángulo específico de la trayectoria de planeo:

- a) la superficie W de la OAS;
- b) el origen de la superficie Z de la OAS; y
- c) el margen de pérdida de altura/error de altímetro (véase el párrafo 3).

##### **2.2 Determinación de los coeficientes OAS**

Superficie W: el coeficiente  $A_W$  se determina mediante la fórmula

$$A_W = 0,0239 + 0,0092 (\theta - 2,5)$$

siendo  $\theta$  el ángulo de la trayectoria de planeo expresado en grados.

Coeficiente  $C_W = -6,45$

Superficies X e Y: para todos los ángulos de trayectoria de planeo de más de 3,5°, se utilizan los coeficientes de las superficies X e Y para una trayectoria de planeo de 3,5° a la distancia apropiada del localizador/umbral.

Superficie Z: el coeficiente  $C_Z$  para la superficie Z se determina mediante la fórmula

$$C_Z = -A_Z X_{ZO}$$

siendo  $A_Z$  el coeficiente A para la pendiente de aproximación frustrada seleccionada y  $X_{zo}$  la nueva coordenada del origen de la superficie Z:

$$X_{zo} = -900 - 50 (\theta - 3,5^\circ)/0,1^\circ$$

### 2.3 Determinación de la altura del obstáculo de aproximación equivalente

Utilícese la fórmula:

$$h_a = [h_{ma} \cot Z + (x - X_{zo})]/(\cot Z + \cot \theta)$$

siendo:  $h_a$  = altura del obstáculo de aproximación equivalente

$h_{ma}$  = altura del obstáculo de aproximación frustrada

$\theta$  = ángulo de la trayectoria de planeo

$Z$  = ángulo de la superficie de aproximación frustrada

$X_{zo}$  = nueva coordenada del origen de la superficie Z

$x$  = distancia del obstáculo relativa al umbral (negativa después del umbral).

*Nota.— Al aplicar los criterios especificados en el texto y en los dibujos de los párrafos de 1.5 y del Capítulo 3, 3.5, “Tramo de aproximación frustrada” utilícese la nueva coordenada calculada del origen de la superficie “Z” ( $X_{zo}$ ) en lugar del valor de  $-900$  m.*

### 2.4 Nuevo levantamiento topográfico de obstáculos

Si se modifica la configuración de las OAS, puede ser necesario un nuevo levantamiento topográfico de obstáculos.

### 2.5 Promulgación

Se incluirá una nota especial en la carta de aproximación por instrumentos indicando que el uso de dicho procedimiento requiere una aeronave apropiada y una tripulación con cualificaciones adecuadas (véase el Anexo 4, 11.10.8.6).

## 3. MARGEN DE PÉRDIDA DE ALTURA Y OTRAS CONSIDERACIONES

### 3.1 Márgenes de pérdida de altura para trayectorias de planeo de más de 3,5E o de menos de 3,5E

El margen de pérdida de altura puede obtenerse mediante extrapolación a partir de las fórmulas de 1.4.8.8.3.1 y del Capítulo 3, 3.4.8.8.3.1, bajo el título común de “Márgenes de pérdida de altura (HL)/error de altímetro”. Sin embargo, dicha extrapolación puede resultar no válida para ángulos de trayectoria de planeo de más de 3,5° o de menos de 3,5° cuando la velocidad nominal de descenso ( $V_{at}$  para el tipo de aeronave  $\times$  el seno del ángulo de la trayectoria de planeo) exceda de 5 m/s (1 000 ft/min), a no ser que se hayan verificado mediante ensayos en vuelo los efectos de:

- a) la configuración de resistencia mínima al avance;

- b) el efecto de la cizalladura del viento;
- c) las leyes de control;
- d) las características de maniobrabilidad;
- e) la potencia mínima para antihielo;
- f) la modificación GPWS;
- g) el uso del director de vuelo/piloto automático;
- h) el tiempo de calentamiento de motores; e
- i) el aumento de  $V_{at}$  por razones de maniobrabilidad.

### 3.2 Consideraciones operacionales adicionales sobre el margen de pérdida de altura

Además, el margen de pérdida de altura puede resultar inadecuado a menos que se consideren operacionalmente la configuración, la operación con motores inactivos, los límites de componente máxima de viento a favor — componente mínima de viento en contra, el GPWS, las mínimas meteorológicas, las ayudas visuales y las cualificaciones de la tripulación, etc.

-----



## Apéndice C del Capítulo 1

### DETERMINACIÓN DE LAS ALTURAS Y DISTANCIAS DE DESCENSO DE LA TRAYECTORIA DE PLANEIO ILS/ELEVACIÓN MLS

1. Las alturas (H) y las distancias horizontales (D) de la trayectoria de planeo ILS/MLS a partir del umbral se calculan resolviendo un triángulo rectángulo:

Unidades del SI

$$H = h + 1\,000 D \tan \theta \text{ y } D = 0,001(H - h) \cot \theta$$

siendo: H = altura en metros

h = altura de referencia en metros

D = distancia a partir del umbral en kilómetros

$\theta$  = ángulo de la trayectoria de planeo expresado en grados

Unidades ajenas al SI

$$H = h + 6\,076 D \tan \theta \text{ y } D = 0,0001646(H - h) \cot \theta$$

siendo: H = altura en pies

h = altura de referencia en pies

D = distancia a partir del umbral en millas marinas

$\theta$  = ángulo de la trayectoria de planeo expresado en grados

2. Debería considerarse la influencia de la curvatura de la Tierra para comprobar que las alturas y las distancias hasta el umbral determinadas de esta manera satisfacen los requisitos del Anexo 10 y de los PANS-OPS. Para realizar esta comprobación, pueden utilizarse las Tablas II-1-1-Ap C-1 y II-1-1-Ap C-2. Para distancias, alturas y ángulos de trayectoria de planeo intermedios, se aplica el método de interpolación lineal.

Para alturas de referencia (h) distintas de 15 m (49 ft):

a) los valores obtenidos de la Tabla II-1-1-Ap C-1 deberían corregirse añadiendo  $\Delta H$ ; siendo:

unidades del SI:  $\Delta H = h - 15$  [Tabla II-1-1-Ap C-1a)]

y

unidades ajenas al SI:  $\Delta H = h - 49$  [Tabla II-1-1-Ap C-1b)]

b) los valores obtenidos de la Tabla II-1-1-Ap C-2 deberían corregirse añadiendo  $\Delta D$ ; siendo:

unidades del SI:  $\Delta D = 0,00092(15 - h) \cot \theta$  [Tabla II-1-1-Ap C-2a)]

y

unidades ajenas al SI:  $\Delta D = 0,0001514(49 - h) \cot \theta$  [Tabla II-1-1-Ap C-2b)]

Las siguientes fórmulas pueden utilizarse tanto para distancias, alturas y ángulos de trayectoria de planeo intermedios, como para valores mayores que los máximos indicados en las Tablas II-1-1-Ap C-1 y II-1-1-Ap C-2:

unidades del SI:  $H = h + 1\,000 D \tan \theta + 0,0785 D^2$

y

unidades ajenas al SI:  $H = h + 6\,076 D \tan \theta + 0,8833 D^2$

3. Las alturas se redondean al alza al múltiplo de 5 m (10 ft) inmediato, y las distancias se redondean a la décima de kilómetro (milla marina) inmediato.

*Nota 1.— Cuando las alturas se redondean al alza al múltiplo de 5 m (10 ft) inmediato, la comprobación mencionada en el párrafo 2 no resultará en diferencias significativas respecto al cálculo geométrico convencional del triángulo rectángulo para distancias al umbral de menos de 8 km o 4 NM. Esto se aplica también al redondear las distancias a la décima de kilómetro (NM) inmediato para alturas inferiores a 500 m o 2 100 ft.*

*Nota 2.— Para determinar las alturas de la trayectoria de planeo en el punto de referencia de la radiobaliza exterior, o en cualquier otro punto de referencia, se utilizan valores de altura sin redondear.*

**Tabla II-1-1-Ap C-1a). Altura del punto de referencia sobre el umbral en metros, teniendo en cuenta la curvatura de la Tierra (altura de referencia de 15 m) — Unidades del SI**

Ángulo de la trayectoria de planeo	Distancia del punto de referencia desde el umbral (km)																			
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
2,5°	59	103	147	191	235	280	324	369	414	459	505	550	596	642	688	734	780	826	873	920
2,6°	60	106	152	198	244	290	337	383	430	477	524	571	618	666	714	762	810	858	906	955
2,7°	62	110	157	205	253	301	349	397	446	494	543	592	641	691	740	790	839	889	939	990
2,8°	64	113	162	212	262	311	361	411	462	512	562	613	664	715	766	818	869	921	972	1 024
2,9°	66	117	168	219	270	322	373	425	477	529	582	634	687	740	792	846	899	952	1 006	1 060
3,0°	67	120	173	226	279	332	386	439	493	547	601	655	710	764	819	874	929	984	1 039	1 094
3,1°	69	124	178	233	288	343	398	453	509	564	620	676	732	788	845	902	958	1 015	1 072	1 130
3,2°	71	127	183	240	296	353	410	467	524	582	639	697	755	813	871	930	988	1 047	1 106	1 164
3,3°	73	131	189	247	305	364	422	481	540	599	659	718	778	838	898	958	1 018	1 078	1 139	1 200
3,4°	74	134	194	254	315	374	435	495	556	617	678	739	801	862	924	986	1 048	1 110	1 172	1 235
3,5°	76	138	199	261	323	385	447	509	572	634	697	760	823	887	950	1 014	1 077	1 141	1 205	1 270

Ángulo de la trayectoria de planeo	Distancia del punto de referencia desde el umbral (km)																			
	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40
2,5°	966	1 014	1 061	1 108	1 156	1 203	1 251	1 299	1 347	1 395	1 444	1 492	1 541	1 590	1 639	1 688	1 738	1 787	1 837	1 887
2,6°	1 003	1 052	1 101	1 150	1 199	1 249	1 298	1 348	1 398	1 448	1 498	1 548	1 599	1 650	1 700	1 751	1 803	1 854	1 905	1 957
2,7°	1 040	1 090	1 141	1 192	1 243	1 294	1 346	1 397	1 449	1 500	1 552	1 604	1 657	1 709	1 762	1 814	1 867	1 920	1 974	2 027
2,8°	1 077	1 129	1 181	1 234	1 287	1 340	1 393	1 446	1 499	1 553	1 606	1 660	1 714	1 769	1 823	1 877	1 932	1 987	2 042	2 097
2,9°	1 113	1 167	1 222	1 276	1 330	1 385	1 440	1 495	1 550	1 605	1 661	1 716	1 772	1 828	1 884	1 940	1 997	2 053	2 110	2 167
3,0°	1 150	1 206	1 262	1 318	1 374	1 431	1 487	1 544	1 601	1 657	1 715	1 772	1 830	1 888	1 945	2 003	2 062	2 120	2 178	2 237
3,1°	1 187	1 244	1 302	1 360	1 418	1 476	1 534	1 593	1 652	1 710	1 769	1 828	1 888	1 947	2 007	2 066	2 126	2 186	2 246	2 307
3,2°	1 224	1 283	1 342	1 402	1 462	1 522	1 582	1 642	1 702	1 763	1 824	1 884	1 945	2 007	2 068	2 129	2 191	2 253	2 315	2 377
3,3°	1 260	1 322	1 383	1 444	1 506	1 567	1 629	1 691	1 753	1 815	1 878	1 940	2 003	2 066	2 129	2 192	2 256	2 319	2 383	2 447
3,4°	1 297	1 360	1 423	1 486	1 549	1 613	1 676	1 740	1 804	1 868	1 932	1 996	2 061	2 126	2 190	2 256	2 321	2 386	2 451	2 517
3,5°	1 334	1 398	1 463	1 528	1 593	1 658	1 724	1 789	1 854	1 920	1 986	2 052	2 119	2 185	2 252	2 318	2 385	2 452	2 520	2 587

**Tabla II-1-1-Ap C-1b). Altura del punto de referencia sobre el umbral en pies teniendo en cuenta la curvatura de la Tierra  
(altura de referencia de 49 ft) — Unidades ajenas al SI**

Ángulo de la trayectoria de planeo	Distancia del punto de referencia desde el umbral (km)																			
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
2,5°	315	583	853	1 124	1 398	1 672	1 949	2 228	2 508	2 790	3 074	3 360	3 647	3 936	4 227	4 520	4 814	5 110	5 408	5 708
2,6°	326	604	885	1 167	1 451	1 736	2 024	2 313	2 604	2 896	3 191	3 487	3 785	4 085	4 386	4 690	4 994	5 302	5 610	5 920
2,7°	336	626	916	1 209	1 504	1 800	2 098	2 398	2 699	3 003	3 308	3 615	3 923	4 234	4 546	4 860	5 175	5 493	5 812	6 133
2,8°	347	647	948	1 252	1 557	1 864	2 172	2 483	2 795	3 109	3 425	3 742	4 061	4 382	4 705	5 030	5 356	5 684	6 014	6 346
2,9°	357	668	980	1 294	1 610	1 928	2 247	2 568	2 891	3 215	3 542	3 870	4 200	4 531	4 865	5 200	5 537	5 876	6 216	6 558
3,0°	368	689	1 012	1 336	1 663	1 991	2 321	2 653	2 986	3 322	3 659	3 997	4 338	4 680	5 024	5 370	5 718	6 067	6 418	6 771
3,1°	379	711	1 044	1 379	1 716	2 055	2 396	2 738	3 082	3 428	3 776	4 125	4 476	4 829	5 183	5 540	5 898	6 258	6 620	6 984
3,2°	390	732	1 076	1 422	1 770	2 119	2 470	2 823	3 178	3 534	3 892	4 253	4 614	4 978	5 343	5 710	6 079	6 450	6 822	7 196
3,3°	400	753	1 108	1 464	1 823	2 183	2 545	2 908	3 274	3 640	4 010	4 380	4 753	5 127	5 502	5 880	6 260	6 641	7 024	7 409
3,4°	411	774	1 140	1 507	1 876	2 247	2 619	2 993	3 369	3 747	4 127	4 508	4 891	5 276	5 662	6 051	6 441	6 833	7 226	7 622
3,5°	422	796	1 172	1 550	1 929	2 310	2 694	3 078	3 465	3 854	4 244	4 636	5 029	5 425	5 822	6 221	6 622	7 024	7 428	7 835



**Tabla II-1-1-Ap C-2a). Distancia del punto de aproximación final/punto de referencia de descenso antes del umbral en kilómetros teniendo en cuenta la curvatura de la Tierra (altura de referencia de 15 m) — Unidades del SI**

Ángulo de la trayectoria de planeo	Altura del punto de aproximación final/punto de referencia de descenso por encima del umbral (m)														
	100	200	300	400	500	600	700	800	900	1 000	1 100	1 200	1 300	1 400	1 500
2,5°	1 941	4 207	6 455	8 686	10 899	13 096	15 276	17 440	19 588	21 721	23 839	25 942	28 031	30 105	32 166
2,6°	1 866	4 047	6 212	8 361	10 494	12 613	14 717	16 806	18 881	20 942	22 990	25 024	27 045	29 053	31 049
2,7°	1 798	3 899	5 986	8 059	10 118	12 164	14 196	16 215	18 221	20 215	22 197	24 166	26 124	28 069	30 004
2,8°	1 734	3 761	5 776	7 778	9 768	11 745	13 710	15 663	17 605	19 536	21 455	23 363	25 260	27 147	29 023
2,9°	1 674	3 633	5 580	7 516	9 440	11 353	13 255	15 147	17 028	18 899	20 759	22 610	24 450	26 281	28 102
3,0°	1 619	3 513	5 397	7 270	9 133	10 986	12 829	14 663	16 487	18 301	20 106	21 901	23 689	25 467	27 236
3,1°	1 566	3 400	5 225	7 040	8 846	10 642	12 430	14 208	15 978	17 739	19 492	21 236	22 972	24 700	26 419
3,2°	1 518	3 295	5 064	6 824	8 575	10 318	12 053	13 780	15 499	17 209	18 912	20 608	22 295	23 976	25 648
3,3°	1 472	3 196	4 912	6 620	8 321	10 013	11 699	13 376	15 047	16 710	18 366	20 015	21 657	23 292	24 920
3,4°	1 429	3 102	4 769	6 428	8 081	9 726	11 344	12 995	14 620	16 238	17 849	19 454	21 052	22 644	24 230
3,5°	1 388	3 014	4 634	6 247	7 854	9 454	11 048	12 635	14 216	15 791	17 360	18 923	20 480	22 031	23 576

Ángulo de la trayectoria de planeo	Altura del punto de aproximación final/punto de referencia de descenso por encima del umbral (m)														
	1 600	1 700	1 800	1 900	2 000	2 100	2 200	2 300	2 400	2 500	2 600	2 700	2 800	2 900	3 000
2,5°	34 212	36 246	38 267	40 274	42 270	44 252	46 223	48 182	50 129	52 064	53 989	55 902	57 804	59 696	61 577
2,6°	33 032	35 003	36 963	38 910	40 846	42 771	44 685	46 588	48 480	50 361	52 232	54 093	55 944	57 785	59 616
2,7°	31 927	33 839	35 740	37 630	39 510	41 380	43 239	45 088	46 928	48 758	50 578	52 389	54 191	55 983	57 767
2,8°	30 889	32 745	34 591	36 427	38 254	40 071	41 878	43 677	45 466	47 247	49 018	50 781	52 536	54 282	56 020
2,9°	29 914	31 717	33 510	35 295	37 071	38 838	40 596	42 346	44 087	45 821	47 546	49 263	48 092	52 674	54 368
3,0°	28 996	30 749	32 492	34 228	35 955	37 674	39 386	41 089	42 785	44 473	46 154	47 827	49 493	51 152	52 803
3,1°	28 131	29 835	31 531	33 220	34 901	36 575	38 241	39 901	41 553	43 198	44 836	46 467	48 092	49 710	51 321
3,2°	27 314	28 972	30 623	32 268	33 904	35 535	37 159	38 776	40 386	41 990	43 581	45 178	46 763	48 341	49 914
3,3°	26 541	28 156	29 764	31 366	32 961	34 550	36 133	37 709	39 280	40 844	42 402	43 955	45 501	47 042	48 577
3,4°	25 809	27 383	28 950	30 511	32 066	33 616	35 159	36 697	38 229	39 756	41 277	42 792	44 302	45 807	47 306
3,5°	25 116	26 649	28 177	29 700	31 217	32 728	34 235	35 736	37 231	38 722	40 207	41 687	43 162	44 632	46 097

**Tabla II-1-1-Ap C-2b). Distancia del punto de aproximación final/punto de referencia de descenso antes del umbral en millas marinas, teniendo en cuenta la curvatura de la Tierra (altura de referencia de 49 ft) — Unidades ajenas al SI**

Ángulo de la trayectoria de planeo	Altura del punto de aproximación final/punto de referencia de descenso por encima del umbral (ft)														
	300	600	900	1 200	1 500	1 800	2 100	2 400	2 700	3 000	3 300	3 600	3 900	4 200	4 500
2,5°	943	2 063	3 175	4 278	5 374	6 462	7 543	8 616	9 682	10 741	11 793	12 838	13 877	14 909	15 934
2,6°	907	1 985	3 055	4 118	5 174	6 223	7 265	8 301	9 330	10 353	11 370	12 380	13 385	14 384	15 376
2,7°	874	1 912	2 944	3 969	4 988	6 000	7 007	8 008	9 003	9 992	10 976	11 953	12 926	13 893	14 855
2,8°	843	1 844	2 840	3 830	4 814	5 793	6 766	7 734	8 697	9 654	10 606	11 554	12 496	13 433	14 366
2,9°	814	1 781	2 743	3 700	4 652	5 599	6 541	7 478	8 410	9 338	10 261	11 179	12 093	13 002	13 907
3,0°	786	1 722	2 653	3 579	4 501	5 418	6 330	7 238	8 142	9 041	9 936	10 827	11 714	12 597	13 475
3,1°	761	1 667	2 569	3 466	4 359	5 248	6 132	7 063	7 890	8 762	9 631	10 496	11 358	12 215	13 069
3,2°	738	1 615	2 489	3 359	4 225	5 088	5 946	6 801	7 652	8 500	9 344	10 184	11 022	11 855	12 685
3,3°	715	1 567	2 414	3 259	4 100	4 937	5 771	6 601	7 428	8 252	9 073	9 890	11 704	11 515	12 323
3,4°	694	1 521	2 344	3 164	3 981	4 795	5 605	6 413	7 217	8 018	8 818	9 612	10 404	11 194	11 980
3,5°	674	1 477	2 278	3 075	3 869	4 660	5 449	6 234	7 017	7 797	8 574	9 349	10 120	10 889	11 655

Ángulo de la trayectoria de planeo	Altura del punto de aproximación final/punto de referencia de descenso por encima del umbral (ft)														
	4 800	5 100	5 400	5 700	6 000	6 300	6 600	6 900	7 200	7 500	7 800	8 100	8 400	8 700	9 000
2,5°	16 954	17 967	18 974	19 975	20 970	21 960	22 994	23 922	24 895	25 862	26 824	27 781	28 733	29 680	30 622
2,6°	16 364	17 345	18 321	19 292	20 257	21 217	22 172	23 121	24 066	25 006	25 941	26 871	27 796	28 717	29 633
2,7°	15 812	16 764	17 710	18 651	19 588	20 520	21 447	22 369	23 287	24 200	25 109	26 014	26 914	27 810	28 702
2,8°	15 294	16 217	17 136	18 050	18 959	19 864	20 765	21 662	22 554	23 442	24 326	25 206	26 082	26 954	27 823
2,9°	14 808	15 704	16 596	17 484	18 368	19 247	20 123	20 995	21 863	22 727	23 588	24 444	25 297	26 147	26 992
3,0°	14 350	15 221	16 088	16 951	17 810	18 666	19 518	20 366	21 211	22 052	22 890	23 724	24 555	25 383	26 207
3,1°	13 919	14 766	15 609	16 448	17 284	18 117	18 946	19 772	20 595	21 414	22 230	23 043	23 853	24 660	25 463
3,2°	13 512	14 336	15 156	15 973	16 787	17 598	18 405	19 210	20 011	20 810	21 605	22 398	23 187	23 974	24 758
3,3°	13 128	13 930	14 728	15 524	16 317	17 106	17 893	18 677	19 458	20 237	21 013	21 786	22 556	23 324	24 089
3,4°	12 764	13 545	14 323	15 098	15 871	16 641	17 408	18 172	18 934	19 694	20 450	21 205	21 957	22 706	23 453
3,5°	12 419	13 180	13 938	14 694	15 448	16 198	16 947	17 693	18 436	19 177	19 916	20 652	21 386	22 118	22 848

## **Apéndice D del Capítulo 1**

### **APROXIMACIONES PARALELAS INDEPENDIENTES A PISTAS PARALELAS POCO SEPARADAS**

#### **1. INTRODUCCIÓN**

1.1 Se permiten las aproximaciones paralelas independientes a pistas paralelas poco separadas cuando la distancia entre las pistas no es inferior a 1 035 m. Para garantizar la seguridad de tales operaciones, deberá efectuarse una evaluación de obstáculos para proteger las maniobras de evasión lateral, que pueden ser necesarias para evitar las colisiones con toda posible aeronave errante. De este modo se obtendrá un margen de franqueamiento de obstáculos con respecto a los obstáculos situados en las áreas adyacentes a los tramos de aproximación final.

1.2 A continuación se presenta un método derivado del procedimiento vigente en un Estado, que puede utilizarse como ejemplo para la evaluación de dichos obstáculos. Esta sección incluye las consideraciones para determinar las bases de la evaluación.

1.3 Se consideró que existe una diferencia entre los actuales procedimientos de aproximación de precisión descritos en el Capítulo 1, “Sistema de aterrizaje por instrumentos (ILS)” y en el Capítulo 3, “MLS”, y los procedimientos de evasión. Para los procedimientos de aproximación, se pueden obtener abundantes datos de los que se derivan las probabilidades estadísticas de distribución de aeronaves. Tras fijar un nivel deseado de seguridad operacional (TLS) de  $10^{-7}$ , se derivan las superficies de evaluación de obstáculos (OAS) y el modelo de riesgo de colisión (CRM). Este tipo de metodología no se consideró factible para las superficies de evaluación durante la maniobra de evasión, debido a la baja probabilidad de que se realice una maniobra de evasión. Los informes de un Estado estimaban inicialmente que la frecuencia de las maniobras de evasión durante aproximaciones simultáneas era del orden de  $10^{-4}$  y  $10^{-5}$  por aproximación, o aun menor.

1.4 Para encontrar los criterios que permitieran determinar los márgenes de franqueamiento de obstáculos para las maniobras de evasión, se consideraron otros métodos. Uno de ellos consistía en utilizar los criterios de aproximación frustrada existentes. Sin embargo, estos criterios se basaban en una frecuencia de  $10^{-2}$ , lo que podría resultar excesivamente restrictivo para algunos aeródromos; además, los procedimientos de aproximación frustrada no fueron inicialmente diseñados para la realización de maniobras de evasión.

#### **2. SUPERFICIES DE EVALUACIÓN DE OBSTÁCULOS PARA APROXIMACIONES PARALELAS (PAOAS)**

2.1 El método propuesto para la evaluación de obstáculos en aproximaciones paralelas simultáneas se basaba en los criterios existentes proporcionados por un Estado (Orden 8260.41 de la FAA). El Grupo de expertos sobre franqueamiento de obstáculos (OCP) realizó una evaluación, recurriendo a los criterios de certificación y operacionales contenidos en los requisitos mínimos para el ascenso con todos los motores en funcionamiento de las FAR/JAR 23/25, junto con las hipótesis operacionales formuladas por el grupo de estudio de la OACI sobre operaciones simultáneas en pistas de vuelo por instrumentos paralelas o casi paralelas (SOIRSG), que determinó la separación mínima entre pistas que se utilizarían para aproximaciones de precisión simultáneas e independientes (Circular 207). En la evaluación se consideró que la parte inicial de la maniobra de evasión se ejecutaría en configuración de aterrizaje seguida por una pendiente de ascenso de 8,3% dentro de una altura de 120 m (400 ft) por encima de la altitud/altura

de evasión. En términos generales, la evaluación indicó que, para las maniobras de evasión, serían necesarias las siguientes restricciones:

- a) no se realizarían maniobras de evasión por debajo de 120 m (400 ft); y
- b) el ángulo máximo de evasión sería 45°.

2.2 Debido a las características de las superficies, estos dos parámetros son interdependientes. Durante la evaluación se determinó que cuanto más baja fuera la evasión, tanto antes se penetraría en las superficies de evaluación, obligando a reducir el ángulo de evasión; p. ej., una altura mínima de evasión de 60 m (200 ft) daría como resultado un ángulo de evasión de 20°, y una altura mínima de evasión de 300 m (1 000 ft) resultaría en un ángulo de evasión de 65°.

2.3 Se consideró necesario limitar la altitud/altura mínima de evasión. Una de las razones para ello fue que las maniobras de evasión a alturas demasiado bajas podrían resultar poco seguras. Además, considerando el ángulo máximo supuesto de error craso de 30° y una velocidad de aproximación de 150 kt, podría suponerse que por debajo de una determinada altura reducida, la aeronave que cometiese un error craso no podría alcanzar ya a la aeronave amenazada antes de que ésta hubiera aterrizado y, por lo tanto, no sería útil ninguna protección a alturas tan bajas.

2.4 La información obtenida de las pruebas en vuelo y en simulador realizadas por un Estado para estas maniobras demostró que la fraseología utilizada por los servicios de tránsito aéreo (ATS) era similar a la que figuraba en los PANS-ATM, Capítulo 12, para aproximaciones paralelas independientes. Siguiendo las instrucciones de los servicios de tránsito aéreo, el piloto en primer lugar interrumpió el descenso y posteriormente se estableció en ascenso, cruzando la trayectoria de planeo (si se encontraba por debajo de ésta) antes de efectuar el viraje. Esta información confirmó las hipótesis utilizadas para validar los criterios de evaluación de obstáculos propuestos.

2.5 El informe de evaluación señalaba además que no convendría incluir en los PANS-OPS nuevas tablas de constantes para las superficies de evaluación de obstáculos (OAS) para estos casos, para cada combinación de distancias entre el localizador y el umbral. Las superficies propuestas se basan en consideraciones más operacionales que estadísticas. Por consiguiente, se propuso utilizar una serie de superficies para todas las combinaciones de distancias localizador/umbral. Estas superficies garantizarían la protección de las aeronaves que siguieran las hipótesis operacionales consideradas.

2.6 Se hizo una correlación matemática a base de las superficies indicadas en la Orden (8260.41) de la Administración Federal de Aviación (FAA) para un promedio de longitud de pista/distancia del localizador. Esta fórmula se consideró aceptable para evaluar casos menos frecuentes que no se presten a análisis estadísticos.

### **3. APLICACIÓN DE LOS CRITERIOS DE LAS SUPERFICIES DE EVALUACIÓN DE OBSTÁCULOS PARA APROXIMACIONES PARALELAS (PAOAS)**

#### **3.1 Generalidades**

Además de la aplicación de los criterios OAS especificados en el Capítulo 1, 1.4.8, “Margen de franqueamiento de obstáculos en el tramo de precisión — Aplicación de criterios relativos a las superficies de evaluación de obstáculos (OAS)”, las superficies de evaluación de obstáculos para aproximaciones paralelas (PAOAS) se definen para proteger la ejecución de maniobras de viraje y ascenso inmediatas a la altura/altitud y rumbo asignados. Los criterios de las PAOAS se utilizan para mostrar el margen de franqueamiento de obstáculos, dando cabida a virajes de hasta 45° desde la trayectoria de aproximación y al inicio de la maniobra de evasión más baja a 120 m (400 ft) por encima de la elevación del umbral. Los criterios PAOAS son válidos para aproximaciones por instrumentos o mediante microondas (ILS/MLS) de cualquier categoría.

### 3.2 Definición de superficies

3.2.1 Las PAOAS consisten principalmente en dos superficies planas en pendiente (identificadas como P1 y P2) ubicadas en el lado de la pista opuesto a la pista adyacente. La geometría de estas superficies en pendiente se define de manera similar a las superficies OAS [véase el Capítulo 1, 1.4.8.4, “Definición de las superficies de evaluación de obstáculos (OAS)”] mediante una ecuación lineal de la forma  $z = Ax + By + C$ . Las constantes están asociadas al ángulo de la trayectoria de planeo solamente, no dependen de la categoría de las operaciones ILS/MLS ni de la distancia entre el localizador y el umbral. Las constantes figuran en la Tabla II-1-1-Ap D-1.

3.2.2 Cuando las superficies OAS se encuentran por debajo de P1 o P2, se convierten en la PAOAS. Cuando la superficie Z se encuentra por encima de la PAOAS, se convierte en la PAOAS. Un ejemplo típico de distribución combinada de superficies OAS y PAOAS se ilustra en la Figura II-1-1-Ap D-1. Las superficies finalizan a una altura de 300 m (1 000 ft) por debajo de la altitud/altura mínima asociada con la guía vectorial radar táctica.

### 3.3 Cálculo de la altura de las PAOAS

Para calcular la altura  $z$  de las superficies P1 o P2 en un lugar  $x'$ ,  $y'$ , las constantes apropiadas deberían ser las de la Tabla II-1-1-Ap D-1 y ser sustituidas en la ecuación  $z = Ax' + By' + C$ . De igual forma, la altura de las superficies OAS debería calcularse de acuerdo a lo establecido en el Capítulo 1, 1.4.8. Por lo tanto, la altura de las PAOAS se determina como se especificó previamente en 3.2, “Definición de superficies”.

### 3.4 Evaluación de obstáculos

3.4.1 La elevación/altura de los obstáculos en el área que se debe considerar será menor que la altura de las PAOAS como se especificó previamente en 3.2, “Definición de superficies,”. No es necesario considerar los obstáculos por debajo de la superficie Z, o de su extensión. Las penetraciones en las PAOAS deberán identificarse y tenerse en cuenta para su representación electrónica en las pantallas de los controladores.

3.4.2 Siempre que sea posible, los obstáculos deberían eliminarse. Cuando la eliminación de obstáculos no sea posible, deberán establecerse los reglamentos operacionales de tránsito aéreo para evitarlos y será necesario efectuar una evaluación de riesgos a fin de decidir si se deberían aprobar operaciones independientes simultáneas ILS/MLS en pistas paralelas.

**Tabla II-1-1-Ap D-1. Constantes para el cálculo de las PAOAS**

PAOAS	A	B	C
P1	$\tan \theta$	0,091	5
P2	0	0,091	15

$\theta$  = ángulo de la trayectoria de planeo ILS o ángulo de elevación MLS

Coordenadas PAOAS en metros

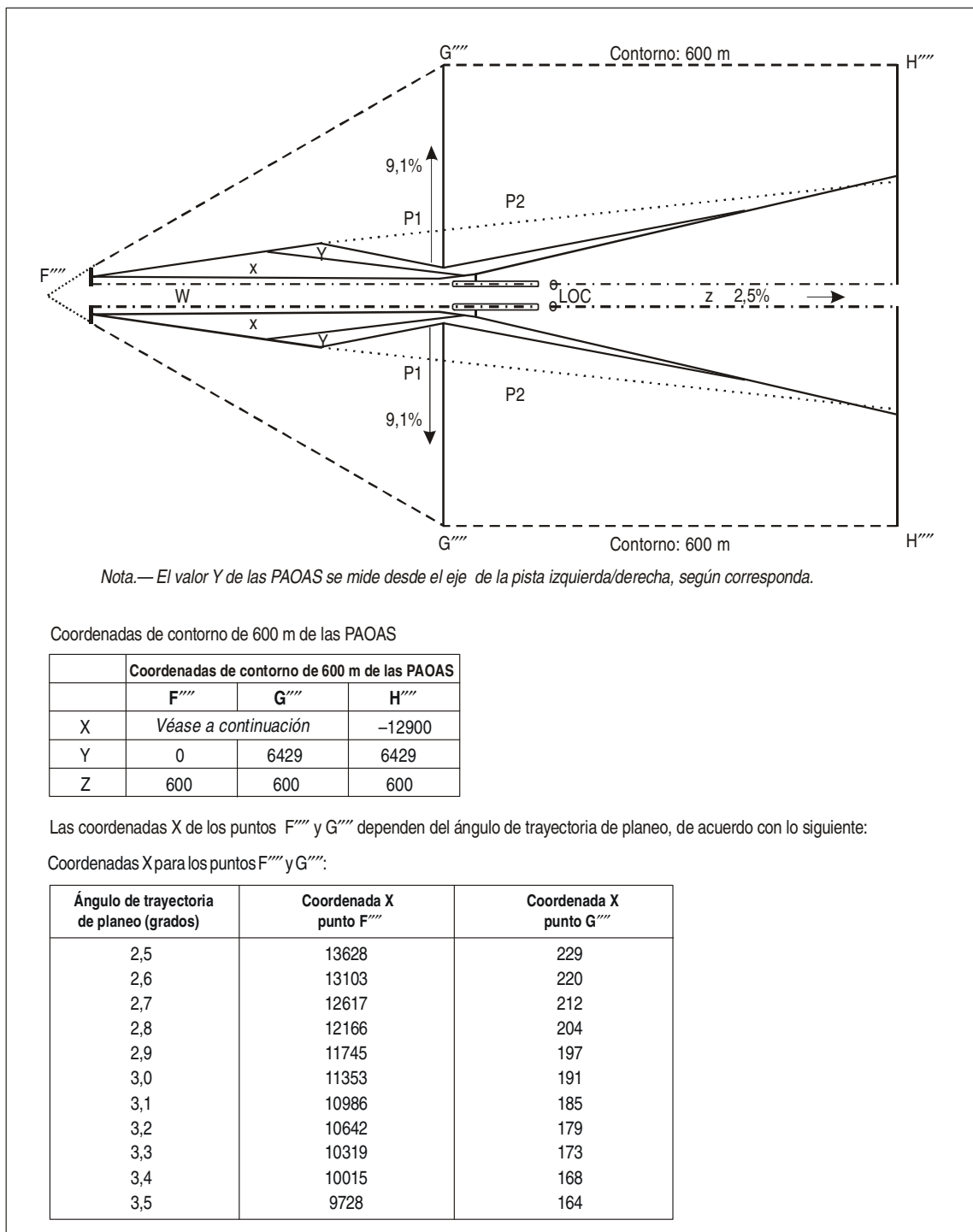


Figura II-1-1-Ap D-1. Ejemplo de contornos de las PAOAS y OAS

## **Apéndice E del Capítulo 1**

### **CÁLCULO DE LA ALTURA DE LA SUPERFICIE DE EVALUACIÓN DE OBSTÁCULOS**

*Nota editorial.— La tabla que figuraba en el Adjunto I ha sido sustituida por el soporte lógico de OAS de los PANS-OPS [sitio web público de la OACI ([www.icao.int](http://www.icao.int)) bajo “Publications”].*

El soporte lógico de OAS de los PANS-OPS proporciona el cálculo de los parámetros de las superficies de evaluación de obstáculos (OAS) para datos específicos de geometría ILS/MLS/GLS, dimensiones de las aeronaves y pendientes de ascenso en aproximación frustrada, y calcula la altura de la superficie OAS (Z) por encima de un lugar específico (X, Y) para el sistema seleccionado y los parámetros de la aeronave. El programa imprime los parámetros y los resultados para cualquier conjunto específico de condiciones, así como las páginas (en su totalidad o por separado) de la tabla que figuraba previamente en el Adjunto I a la Parte III (Doc 8168, Volumen II, Enmienda 11).

---





## Capítulo 2

### ILS DESPLAZADO

#### 2.1 UTILIZACIÓN DE ILS CAT I CON ALINEACIÓN DE LOCALIZADOR DESPLAZADA

2.1.1 El eje del rumbo del localizador intersecará la prolongación del eje de la pista:

- en un ángulo que no exceda de  $5^\circ$ ; y
- en el punto en que la trayectoria nominal de planeo alcance una altura de al menos 55 m (180 ft) por encima del umbral, denominada altura de interceptación.

2.1.2 El procedimiento deberá incluir la anotación: “desplazamiento del localizador ... grados” (décimas de grado). La disposición general se ilustra en la Figura II-1-2-1.

#### 2.2 CRITERIOS DE FRANQUEAMIENTO DE OBSTÁCULOS

Se aplicará lo dispuesto en el Capítulo 1, con las siguientes excepciones:

- todas las superficies y todos los cálculos de franqueamiento de obstáculos están basados en una pista ficticia alineada con el rumbo del localizador. La pista ficticia tiene la misma longitud, la misma elevación del umbral y la misma distancia desde el umbral hasta el punto de interceptación que la pista real. La anchura del rumbo del localizador y la altura del punto de referencia ILS están basadas en el umbral de la pista ficticia; y
- la OCA/H para este procedimiento deberá ser de al menos: altitud/altura de interceptación + 20 m (66 ft).

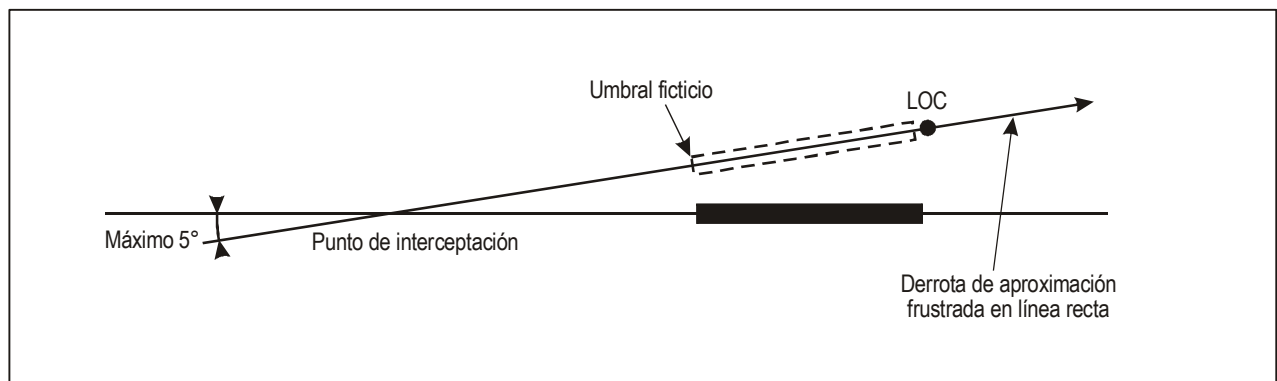


Figura II-1-2-1. Localizador desplazado



## Capítulo 3

### MLS

#### 3.1 INTRODUCCIÓN

##### 3.1.1 Aplicación

Los criterios MLS de esta parte, se basan en los correspondientes criterios sobre el ILS y están relacionados con la actuación e integridad de los equipos de tierra y de a bordo necesarios para satisfacer las normas y métodos recomendados descritos en el Anexo 10. Los siguientes criterios se aplican a los procedimientos MLS de las Categorías I, II y III que se basan en el azimut de cero grados y la trayectoria de planeo (ángulo de elevación) del equipo de tierra MLS; su aplicación está prevista en espera de la introducción de criterios MLS específicos que se elaborarán basándose en la futura experiencia operacional.

##### 3.1.2 Construcción del procedimiento

El procedimiento que ha de seguirse a partir del vuelo en ruta hasta el tramo de precisión de la aproximación MLS debe ser acorde con los criterios generales de la Parte I, Secciones 1, 2 y 4. Las diferencias se encuentran en el tramo de precisión MLS, que comprende el tramo de aproximación final y las fases inicial e intermedia del tramo de aproximación frustrada. La derrota de aproximación final para el procedimiento MLS siempre se especifica y publica en grados magnéticos. En la Figura II-1-3-1 (para MLS de Categorías I, II y III) se ilustra una configuración ordinaria en la que la derrota de aproximación final está definida mediante el ángulo de azimut de cero grados del MLS y está alineada con la prolongación del eje de la pista.

##### 3.1.3 Condiciones normalizadas

La siguiente lista recoge las hipótesis normalizadas en las que se basan los procedimientos. Se prevé incorporar ajustes según proceda. Los ajustes son obligatorios cuando las condiciones difieren desfavorablemente con respecto a las condiciones normalizadas (véase 3.4.8.7, “Ajuste de las constantes OAS”).

- a) Se supone que las dimensiones máximas de la aeronave son las siguientes:

<i>Categoría de aeronaves</i>	<i>Envergadura (m)</i>	<i>Distancia vertical entre las trayectorias en vuelo de las ruedas y de la antena GP (m)</i>
H	30	3
A, B	60	6
C, D	65	7
D <sub>L</sub>	80	8

*Nota 1.— Se publicará la OCA/H para aeronaves  $D_L$  cuando sea necesario.*

*Nota 2.— Las dimensiones indicadas comprenden tipos de aeronaves actuales; fueron escogidas para facilitar los cálculos de la OCA/H y la promulgación de los mínimos correspondientes a cada categoría de aeronaves. Se supone que estas dimensiones no están destinadas para fines distintos a los cálculos de la OCA/H en otros documentos de la OACI. El uso de las superficies OAS para calcular la OCA/H puede producir diferencias significativas entre las categorías de aeronaves debido a pequeñas diferencias en cuanto a las dimensiones. Por esta razón, siempre es preferible utilizar el modelo de riesgo de colisión (véase 3.4.9) que permitirá evaluar de forma más realista tanto la altura como la posición de los obstáculos. Al aplicar la metodología OAS para determinar la OCH, las nuevas aeronaves más grandes con una performance igual a la que se muestra en la Circular 301 de la OACI pueden tratarse como aeronaves normales de Categoría C o D, sin corregir la OAS para la envergadura y/o la dimensión vertical.*

*Nota 3.— Las aeronaves de la Categoría E actuales no son normalmente aeronaves de transporte civil y sus dimensiones no están necesariamente relacionadas con  $V_{at}$  a la masa máxima de aterrizaje. Por esta razón, deberían tratarse cada una por separado.*

- b) En operaciones de Categoría II/III se vuela con piloto automático (para vuelos de Categoría II con director de vuelo, véase 3.4.8.7.6).
- c) Pendiente de ascenso en aproximación frustrada del 2,5%.
- d) La información sobre la desviación respecto al azimut de aproximación se presenta con características de sensibilidad que se ajustan a los valores de la siguiente tabla (Anexo 10, Volumen I, Adjunto G, 7.4.1.1).

<i>Distancia entre la antena de azimut de aproximación y el umbral (ATT)</i>	<i>Anchura nominal del rumbo</i>
0 – 400 m	±3,6 grados
500 – 1 900 m	±3,0 grados
2 000 – 4 100 m	$\pm \tan \arcsin \left( \frac{105}{ATT} \right)$ grados
4 200 – 6 300 m	±1,5 grados

*Nota.— Las características de sensibilidad de desplazamiento de esta tabla, para las distancias ATT desde 2 000 m hasta 4 100 m, se basan en una anchura nominal del rumbo de 210 m en el punto de referencia de aproximación MLS.*

- e) Trayectoria de planeo (ángulo de elevación):
  - 1) mínimo: 2,5°;
  - 2) óptimo: 3,0°; y
  - 3) máximo: 3,5° (3° para operaciones Cat II/III).

*Nota.— El ángulo de la trayectoria de planeo del procedimiento debe ser superior o igual a la trayectoria de planeo mínima (véase el Anexo 10, Volumen I, Capítulo 3, 3.11.1 — Definiciones).*

- f) Altura del punto de referencia de aproximación MLS: 15 m (50 ft).
- g) Todas las alturas de los obstáculos se indican por referencia a la elevación del umbral.
- h) Para operaciones Cat II y Cat III los obstáculos no penetran en la superficie de aproximación interna, la de transición interna, ni la de aterrizaje interrumpido previstas en el Anexo 14. Cuando la OCA/H de Cat II es más elevada que el nivel de la superficie horizontal interna, pero inferior a 60 m, las superficies de aproximación interna y de aterrizaje interrumpido deberían extenderse hasta el nivel de la OCA/H de Cat II para dar cabida a operaciones Cat III.

Cuando la distancia desde la antena de azimut hasta el umbral es inferior a 2 000 m, se utilizarán las tablas para superficies de evaluación de obstáculos (OAS) correspondientes a una distancia desde el localizador hasta el umbral de 2 000 m. Cuando se emplee el CRM para el ILS o la tabla OAS, se utilizarán las distancias ATT y las características de sensibilidad de desplazamiento indicadas previamente en 3.1.3 d).

### 3.1.4 Altitud/altura de franqueamiento de obstáculos (OCA/H)

3.1.4.1 Los criterios MLS permiten calcular una OCA/H para cada categoría de aeronaves. Véase la Parte I, Sección 4, Capítulo 1, 1.8, “Categorías de aeronaves”. Cuando se usaban cálculos estadísticos, los valores de la OCA/H se calculaban teniendo en cuenta un margen general de seguridad atendiendo al riesgo de colisión con obstáculos por cada aproximación de  $1 \times 10^{-7}$  (1 en 10 millones).

3.1.4.2 La OCA/H garantiza el franqueamiento de obstáculos desde el comienzo de la aproximación final hasta el final del tramo intermedio de aproximación frustrada.

*Nota.— Esta OCA/H es solamente uno de los factores que han de tenerse en cuenta al determinar la altura de decisión, como se define en el Anexo 6.*

3.1.4.3 Se incluyen otros textos para que puedan calcularse las ventajas operacionales de la mejora de la performance de ascenso en aproximación frustrada en las operaciones Cat I, II y III.

3.1.4.4 Pueden calcularse igualmente las ventajas respecto a aeronaves de dimensiones más pequeñas que las de tamaño normalizado que se supusieron en los cálculos básicos, pero deben incorporarse ajustes para aeronaves más grandes. Con operaciones Cat III no está asociada ninguna OCA/H. Estas operaciones se realizan basándose en superficies limitadoras de obstáculos definidas en el Anexo 14, junto con la protección superpuesta que proviene de los criterios para Cat II.

### 3.1.5 Métodos para calcular la OCA/H

3.1.5.1 *Generalidades.* Los párrafos siguientes ofrecen tres métodos de cálculo de la OCA/H que conllevan aumentos progresivos del grado de complejidad del tratamiento de los obstáculos. Se han supuesto las condiciones normalizadas indicadas en 3.1.3, salvo que se hayan efectuado ajustes para considerar las condiciones no normalizadas.

3.1.5.2 *Primer método.* El primer método comprende un conjunto de superficies obtenidas a partir de las superficies limitadoras de obstáculos en la aproximación de precisión del Anexo 14 y una superficie de aproximación frustrada que se describe en 3.4.7.2, “Definición de superficies ILS básicas”, en adelante denominadas “superficies ILS básicas”. Cuando se den las condiciones normalizadas que se indican en 3.1.3 y no haya penetración en las superficies ILS básicas (véase 3.4.7.1), la OCA/H para las Categorías I y II se determinará por los márgenes de las categorías de aeronaves, no existiendo restricción alguna para operaciones Cat III. Si los obstáculos penetran en las superficies ILS básicas, la OCA/H se calculará como se describe en 3.4.7.3, “Determinación de la OCA/H con superficies ILS básicas”.

3.1.5.3 *Segundo método.* El segundo método comprende un conjunto de superficies de evaluación de obstáculos (OAS) por encima de las superficies ILS básicas [véase 3.4.8.3, “Definición de las superficies de evaluación de obstáculos (OAS)”]. Si ningún obstáculo penetra en las OAS — y si la densidad de obstáculos por debajo de las OAS es aceptable para las operaciones (véase 3.4.8.9, “Efecto de la densidad de obstáculos en la OCA/H”) — la OCA/H para las Categorías I y II se define según los márgenes de las categorías de aeronaves, y las operaciones Cat III quedan al margen de toda restricción. Sin embargo, si los obstáculos penetran en las OAS, el margen relativo a la categoría de aeronaves se añade a la altura del obstáculo más elevado o a la altura corregida del obstáculo que más penetre en la superficie de aproximación frustrada, de estos valores el mayor. Este valor representa la OCA/H.

3.1.5.4 *Tercer método.* El tercer método, que utiliza el modelo de riesgo de colisión (CRM) para el ILS, se emplea en sustitución de los criterios OAS del segundo método, o cuando se considera excesiva la densidad de los obstáculos por debajo de las OAS. El CRM para el ILS admite todos los objetos y evalúa, para un valor dado de la OCA/H, tanto el riesgo que representa cada obstáculo separadamente como el peligro general que presenta el conjunto de obstáculos. De este modo, se facilita un juicio operacional para seleccionar el valor de la OCA/H que garantizará que el peligro presentado por los obstáculos, tanto individual como colectivamente, pueda contenerse dentro de los márgenes del objetivo de seguridad operacional global.

### 3.1.6 Referencias

Los textos mencionados a continuación están relacionados con los textos que figuran en este capítulo y los amplían:

- a) antecedentes relativos al cálculo de las OAS (Adjunto de la Parte II, párrafo 1) y a la actuación del equipo de a bordo y del equipo de tierra que entran en el cálculo de las OAS (Adjunto de la Parte II, párrafo 2);
- b) aproximación frustrada con viraje después de la aproximación de precisión (Apéndice A del Capítulo 1);
- c) aproximaciones paralelas independientes a pistas paralelas poco separadas (Apéndice D del Capítulo 1);
- d) determinación de las alturas y distancias de descenso de la trayectoria de planeo ILS/elevación MLS (Apéndice C del Capítulo 1); y
- e) el soporte lógico de OAS de los PANS-OPS [sitio web público de la OACI ([www.icao.int](http://www.icao.int)) bajo “Publications”].

En el *Manual de construcción de procedimientos de vuelo por instrumentos* (Doc 9368) figuran ejemplos del cálculo de la OCA/H para el ILS.

### 3.1.7 MLS con trayectoria de planeo fuera de servicio

El MLS con trayectoria de planeo fuera de servicio es un procedimiento de aproximación que no es de precisión. Se aplican los criterios de la Sección 2, Capítulo 2, “MLS con azimut únicamente”.

## 3.2 TRAMO DE APROXIMACIÓN INICIAL

### 3.2.1 Generalidades

El tramo de aproximación inicial para el MLS debe asegurar que la aeronave se encuentra dentro de los límites de utilización del azimut en una derrota que facilite la interceptación del ángulo de azimut. En consecuencia, los criterios generales aplicables al tramo inicial (véase la Parte I, Sección 4, Capítulo 3) se han modificado de conformidad con 3.2.2, “Alineación en el tramo de aproximación inicial” y 3.2.3, “Área del tramo de aproximación inicial”. Para tramos de aproximación inicial RNAV, se aplican los criterios de los correspondientes capítulos sobre RNAV.

### 3.2.2 Alineación en el tramo de aproximación inicial

El ángulo de interceptación entre la derrota de aproximación inicial y la derrota de aproximación intermedia, no debería exceder de 90°. Para que el piloto automático pueda acoplarse con el azimut, es conveniente un ángulo de interceptación que no exceda de 30°. Si el ángulo excediera de 70°, se identificará un radial, una marcación, un vector radar o indicaciones DME o RNAV que proporcionen guía por lo menos a lo largo de 4 km (2 NM) con el fin de facilitar el viraje hacia la derrota intermedia. Si el ángulo de interceptación excediera de 90°, debería preverse un procedimiento de inversión, de hipódromo o de navegación a estima (DR) [véase la Parte I, Sección 4, Capítulo 3, “Tramo de aproximación inicial” y la Parte I, Sección 4, Apéndice A del Capítulo 3, “Aproximación inicial utilizando navegación a estima (DR)”].

### 3.2.3 Área del tramo de aproximación inicial

El área se describe en los criterios generales (véase la Parte I, Sección 4, Capítulo 3, 3.3.3, “Área”). La diferencia consiste en que el punto de referencia de la aproximación intermedia (IF) debe estar situado dentro de los límites de utilización de la señal de azimut MLS, y normalmente a una distancia que no exceda de 41,7 km (22,5 NM) desde la antena de azimut. Cuando se proporcione guía de derrota hasta el IF mediante radar, el área se determinará de acuerdo con lo establecido en 6.2, “Tramo de aproximación inicial” (Sección 2, Capítulo 6, “SRE”).

## 3.3 TRAMO DE APROXIMACIÓN INTERMEDIA

### 3.3.1 Generalidades

3.3.1.1 El tramo de aproximación intermedia para el MLS difiere de los criterios generales en que:

- a) la alineación coincide con el azimut MLS especificado para la derrota de aproximación final;
- b) la longitud puede reducirse; y
- c) en algunos casos las áreas secundarias pueden suprimirse.

3.3.1.2 Las áreas primarias y secundarias en el FAP se definen en función de las superficies ILS. Por consiguiente, se aplican los criterios de la Parte I, Sección 4, Capítulo 4, “Tramo de aproximación intermedia” excepto en lo que se refiere a alineación, longitud y anchura del área y margen de franqueamiento de obstáculos, modificado o ampliado en los párrafos siguientes. Para los tramos de aproximación inicial RNAV, los criterios aplicables son los de los correspondientes capítulos sobre RNAV.

### 3.3.2 Alineación en el tramo de aproximación intermedia

El tramo de aproximación intermedia de un procedimiento MLS se alinearán con el ángulo de azimut MLS especificado para la derrota de aproximación final.

### 3.3.3 Longitud del tramo de aproximación intermedia

3.3.3.1 La longitud óptima del tramo de aproximación intermedia es de 9 km (5 NM). Este tramo permitirá la interceptación de la derrota de aproximación final y de la trayectoria de planeo (ángulo de elevación MLS).

3.3.3.2 La longitud del tramo debería ser suficiente para permitir que la aeronave se estabilice y pueda situarse en la derrota de aproximación final antes de interceptar la trayectoria de planeo (ángulo de elevación MLS) teniendo en cuenta el ángulo de interceptación de la derrota de aproximación final.

3.3.3.3 Los valores mínimos para la distancia entre la interceptación de la derrota de aproximación final y la interceptación de la trayectoria de planeo se especifican en la Tabla II-1-3-1; sin embargo, estos valores mínimos sólo deberían utilizarse si el espacio aéreo utilizable está restringido. La longitud máxima del tramo está determinada por el requisito de que debe estar situado totalmente dentro de la región de cobertura operacional del azimut de aproximación y, normalmente, a una distancia que no exceda de 37 km (20 NM) del umbral de la pista.

### **3.3.4 Anchura del área del tramo de aproximación intermedia**

3.3.4.1 La anchura total al comienzo del tramo de aproximación intermedia, está determinada por la anchura total final del tramo de aproximación inicial y se reduce gradualmente hasta coincidir en el FAP con la distancia horizontal entre las superficies X de las OAS [véase 3.4.8.3, “Definición de las superficies de evaluación de obstáculos (OAS)”].

3.3.4.2 Para franqueamiento de obstáculos, el tramo de aproximación intermedia generalmente se divide en un área primaria limitada a ambos lados por un área secundaria. Sin embargo, cuando se utiliza una derrota DR en el tramo de aproximación inicial, el área primaria del tramo de aproximación intermedia se extiende en toda su anchura y las áreas secundarias no son aplicables.

3.3.4.3 El área primaria se determina uniendo el área primaria de aproximación inicial con las superficies de aproximación final (en el FAP). En el punto de enlace con el tramo de aproximación inicial, la anchura de cada área secundaria equivale a la mitad de la anchura del área primaria. La anchura del área secundaria se reduce a cero en el punto de enlace con las superficies de aproximación final. Véanse las Figuras II-1-3-2, II-1-3-3 y II-1-3-4.

3.3.4.4 Cuando se especifique una maniobra de hipódromo o de inversión antes de la interceptación de la derrota de aproximación final, se aplicarán las disposiciones de la Parte I, Sección 4, Capítulo 4, 4.4.4, “Viraje sobre un punto que no es el de la instalación”, siendo la instalación de referencia el mismo azimut MLS y remplazándose el FAF por el FAP (véase la Figura II-1-3-5).

### **3.3.5 Margen de franqueamiento de obstáculos en el tramo de aproximación intermedia**

El margen de franqueamiento de obstáculos es el mismo que se describe en la Parte I, Sección 4, Capítulo 4, “Tramo de aproximación intermedia” excepto cuando el procedimiento permita hacer una aproximación directa en la que la aeronave se estabilice sobre la derrota de aproximación final antes de cruzar el IF. En este caso no es necesario considerar los obstáculos de las áreas secundarias para fines de franqueamiento de obstáculos.

## **3.4 TRAMO DE PRECISIÓN**

### **3.4.1 Generalidades**

El tramo de precisión MLS se encuentra alineado con el azimut MLS especificado y comprende el descenso final para aterrizar así como las fases inicial e intermedia del tramo de aproximación frustrada. Generalmente los criterios aplicables son los mismos que para el ILS, salvo las enmiendas indicadas a continuación. Véase la Figura II-1-3-6.



### 3.4.2 Origen

El tramo de precisión comienza en el punto de aproximación final (FAP), es decir, en la intersección de la trayectoria de planeo (ángulo de elevación) y la altitud mínima especificada para el tramo precedente. Normalmente el FAP no debería estar situado a más de 18,5 km (10,0 NM) antes del umbral. Esta distancia puede prolongarse por necesidades operacionales, siempre que:

- a) se disponga de guía adecuada; y
- b) no se comprometan los requisitos de franqueamiento de obstáculos (prolongación de las superficies W y X de las OAS).

### 3.4.3 Punto de referencia de descenso

3.4.3.1 El punto de referencia de descenso puede ubicarse en el FAP para evitar ciertos obstáculos situados antes del FAP como alternativa para incrementar el ángulo de la trayectoria de planeo (GP). En este caso, se convierte en el punto de referencia de aproximación final que proporciona el enlace progresivo entre el MOC del tramo precedente y las superficies de precisión. Normalmente el punto de referencia de descenso no debería emplazarse a más de 18,5 km (10,0 NM) antes del umbral, salvo que se proporcione guía de trayectoria de planeo adecuada más allá de los mínimos indicados en el Anexo 10. La tolerancia máxima del punto de referencia es de  $\pm 0,9$  km ( $\pm 0,5$  NM). La distancia se expresará en décimas de kilómetro (milla marina).

*Nota.— El texto de orientación para determinar la distancia desde el umbral hasta el punto de referencia de descenso se incluye en el Capítulo 1, Apéndice C.*

3.4.3.2 *Margen de franqueamiento de obstáculos en el punto de referencia de descenso.* Cuando se proporciona el punto de referencia de descenso, las superficies de aproximación de precisión comienzan en el punto anterior del área de tolerancia del FAF (véase la Figura II-1-3-3). Las disposiciones de la Parte I, Sección 2, Capítulo 2, 2.7.4, “Obstáculo próximo a un punto de referencia de aproximación final o a un punto de referencia de escalón de descenso” que permiten ignorar los obstáculos próximos al punto de referencia, se aplican al área situada por debajo de la pendiente del 15% dentro de las superficies de precisión (Cat H, pendiente del 15% o pendiente nominal multiplicada por 2,5, de ambos valores el que sea mayor). Cuando no se proporciona punto de referencia de descenso en el FAF, no se admite reducción alguna de las superficies de precisión (véase la Figura II-1-3-4). Si las superficies de precisión se extienden hacia el tramo precedente, no deberán extenderse más allá del tramo de aproximación intermedia.

### 3.4.4 Verificación de la trayectoria de planeo

El punto de referencia DME es necesario para permitir la comparación entre la trayectoria de planeo indicada (ángulo de elevación) y la información facilitada por el altímetro de a bordo. La tolerancia máxima del punto de referencia es de  $\pm 0,9$  km ( $\pm 0,5$  NM). La distancia se expresará en décimas de kilómetro (milla marina).

*Nota.— El texto de orientación para determinar la altura de cruce del punto de referencia DME se incluye en el Capítulo 1, Apéndice C.*

### 3.4.5 Aproximación frustrada

El punto de aproximación frustrada está determinado por la intersección de la trayectoria nominal de planeo y la altitud/altura de decisión (DA/H). La DA/H se establece en la OCA/H, o por encima, y ésta se determina siguiendo los procedimientos especificados en 3.4.7 a 3.4.9 y 3.5.

### 3.4.6 Final del tramo

Normalmente, el tramo de precisión termina en el punto en que comienza la fase final de la aproximación frustrada (véase la Parte I, Sección 4, Capítulo 6, 6.1.2, “Fases del tramo de aproximación frustrada”) o en el punto en que la superficie Z de ascenso en aproximación frustrada (que comienza a 900 m después del umbral) alcanza una altura de 300 m (984 ft) por encima del umbral, de ambos el que sea más bajo.

### 3.4.7 Margen de franqueamiento de obstáculos en el tramo de precisión — aplicación de las superficies ILS básicas

3.4.7.1 *Generalidades.* El área requerida para el tramo de precisión generalmente está limitada por las superficies ILS básicas definidas en 3.4.7.2. En condiciones normalizadas no hay ninguna restricción en cuanto a objetos que estén por debajo de estas superficies (véase 3.1.3, “Condiciones normalizadas”). Los objetos, o partes de los mismos, que sobrepasen esas superficies deben:

- a) ser de masa mínima y frangibles; o
- b) ser tenidos en cuenta al calcular la OCA/H.

3.4.7.2 *Definición de superficies ILS básicas.* Las superficies que han de considerarse corresponden a algunas de las superficies limitadoras de obstáculos del Anexo 14 especificadas para las pistas de aproximación de precisión de clave 3 ó 4 (véase la Figura II-1-3-7), y son las siguientes:

- a) la superficie de aproximación que continúa hasta el punto de aproximación final (FAP) (con una pendiente del 2% en la primera sección y del 2,5% en la segunda sección, como se describe en el Anexo 14);
- b) la franja de pista que se supone horizontal en la elevación del umbral;
- c) la superficie de aproximación frustrada, que es una superficie en pendiente que:
  - 1) comienza en un punto situado a 900 m después del umbral en la elevación del mismo;
  - 2) asciende con una pendiente del 2,5%; y
  - 3) se ensancha extendiéndose entre las superficies de transición.

El ensanchamiento es constante hasta el nivel de la superficie horizontal interna. Seguidamente continúa con la misma pendiente pero con un ensanchamiento del 25% hasta la terminación del tramo de precisión; y

- d) las superficies de transición extendidas, que continúan longitudinalmente a los lados de las superficies de aproximación y de aproximación frustrada hasta una altura de 300 m por encima de la elevación del umbral.

#### 3.4.7.3 Determinación de la OCA/H con superficies ILS básicas

3.4.7.3.1 Cuando en las superficies ILS básicas, especificadas en 3.4.7.2 no penetre ningún obstáculo, la OCA/H correspondiente a las Categorías I y II está definida por los márgenes especificados en la Tabla II-1-3-2, y las operaciones de Categoría III no están restringidas. Pueden excluirse los obstáculos cuando se encuentran por debajo de la superficie de transición definida en el Anexo 14 para las pistas de clave 3 y 4, independientemente de la clave real de la pista (es decir, las superficies para las claves 3 y 4 se utilizan para la evaluación de obstáculos en las pistas de claves 1 y 2).

3.4.7.3.2 Si en las superficies ILS básicas previamente enumeradas penetran objetos que no están en la Tabla II-1-3-3, la OCA/H puede calcularse directamente aplicando a los obstáculos los márgenes de pérdida de altura/error de altímetro (véase 3.4.8.8.2, “Cálculo de los valores de la OCA/H con OAS”).

3.4.7.3.3 Los obstáculos de la Tabla II-1-3-3 sólo podrán excluirse si se cumplen los siguientes criterios:

- a) el rumbo nominal tiene una anchura normalizada de 210 m (véase 3.1.3, “Condiciones normalizadas”); y
- b) la altura de decisión MLS Cat I no es inferior a 60 m (200 ft) o la altura de decisión MLS Cat II no es inferior a 30 m (100 ft).

3.4.7.3.4 Al calcular la OCA/H puede ignorarse todo objeto que penetre en cualquiera de las superficies ILS básicas y constituya el obstáculo determinante, pero que, a causa de sus funciones, deba mantenerse en ese lugar para satisfacer las necesidades de la navegación aérea, a condición de que la autoridad competente compruebe que la parte que penetra en la superficie es de masa mínima y frangible y que no afectará desfavorablemente a la seguridad de las operaciones de aeronaves.

### **3.4.8 Margen de franqueamiento de obstáculos en el tramo de precisión — aplicación de los criterios relativos a las superficies de evaluación de obstáculos (OAS)**

#### **3.4.8.1 Generalidades**

3.4.8.1.1 Esta sección describe las superficies OAS, las constantes que se utilizan para definir dichas superficies y las condiciones que regulan los ajustes que puedan o deban hacerse. Las dimensiones de las OAS están relacionadas con:

- a) la geometría del MLS (distancia entre la antena de azimuth y el umbral, RDH MLS, la anchura del sector de la antena de azimuth), la trayectoria de planeo (ángulo de elevación);
- b) la categoría de la operación MLS; y
- c) otros factores como la geometría de la aeronave y la pendiente de ascenso en aproximación frustrada.

Por lo tanto, la tabla de valores de la OCA/H para cada categoría de aeronaves puede calcularse para operaciones MLS Cat I y II en el aeródromo de que se trate.

3.4.8.1.2 Se incluyen textos adicionales para facilitar a las autoridades competentes la evaluación de los beneficios reales respecto a las mejoras de performance y las condiciones asociadas. Véase 3.4.8.7, “Ajuste de las constantes OAS”.

3.4.8.1.3 Nótese que las OAS no tienen por objetivo remplazar las superficies del Anexo 14 como superficies de planificación para el aumento de obstáculos sin restricción. La densidad de obstáculos entre las superficies ILS básicas y las OAS debe considerarse (véase 3.4.8.9, “Efecto de la densidad de obstáculos en la OCA/H”).

#### **3.4.8.2 Marco de referencia**

Las posiciones de los obstáculos están relacionadas con un sistema convencional de coordenadas x, y, z con origen en el umbral. Véase la Figura II-1-3-11. El eje x es paralelo a la derrota del tramo de precisión: los valores positivos de x indican la distancia antes del umbral, mientras que los valores negativos de x indican la distancia después del umbral. El eje y forma un ángulo recto con el eje x. Aunque se reflejen de manera convencional en la Figura II-1-3-11, *en todos los cálculos asociados a la geometría de las OAS, las coordenadas y siempre se consideran como valores positivos.*

El eje  $z$  es vertical, y las alturas por encima del umbral son positivas. Todas las dimensiones relacionadas con las OAS se expresan solamente en metros. Las dimensiones deberían incluir todo ajuste necesario para tener en cuenta las tolerancias en relación a los datos del levantamiento topográfico (véase la Parte I, Sección 2, Capítulo 1, 1.8, “Precisión de las cartas”).

#### 3.4.8.3 Definición de las superficies de evaluación de obstáculos (OAS)

3.4.8.3.1 Las OAS están formadas por seis superficies planas en pendiente (indicadas por las letras W, X, Y, Z) dispuestas simétricamente alrededor de la derrota del tramo de precisión y por el plano horizontal que contiene el umbral (véanse las Figuras II-1-3-9 y II-1-3-10). La geometría de las superficies en pendiente está definida por cuatro ecuaciones lineales simples del tipo  $z = Ax + By + C$ . En estas ecuaciones,  $x$  e  $y$  son coordenadas de posición y  $z$  es la altura de la superficie en esa posición (véase la Figura II-1-3-8).

3.4.8.3.2 Para cada superficie se obtienen del soporte lógico de OAS de los PANS-OPS las constantes (A, B y C) correspondientes a la gama operacional de distancias entre el localizador y el umbral y los ángulos de la trayectoria de planeo. Se proporcionan grupos separados de constantes para las Categorías I y II. Las constantes pueden modificarse por el programa como se especificó (véase 3.4.8.7, “Ajuste de las constantes OAS”).

3.4.8.3.3 Las OAS de la Categoría I están limitadas por la longitud del tramo de precisión y, excepto en lo que respecta a las superficies W y X, por una altura máxima de 300 m. Las OAS de Categoría II están limitadas por una altura máxima de 150 m.

3.4.8.3.4 Cuando las superficies limitadoras de obstáculos, de aproximación y de transición, previstas en el Anexo 14 para pistas de aproximación de precisión de claves 3 y 4 penetran en las OAS mencionadas antes, las superficies del Anexo 14 equivalen a las OAS (es decir, las superficies correspondientes a claves 3 y 4 se utilizan para la evaluación de obstáculos en las pistas de claves 1 y 2).

3.4.8.3.5 Las superficies limitadoras de obstáculos de aproximación interna, transición interna y aterrizaje interrumpido que se especifican en el Anexo 14 protegen las operaciones de Categoría III, con la condición de que la OCA/H de Categoría II coincida o esté por debajo de la parte superior de esas superficies, que pueden extenderse hasta 60 m si es necesario (véase la Figura II-1-3-7).

#### 3.4.8.4 Constantes OAS — especificación

Las constantes A, B y C para cada superficie en pendiente que corresponden a las operaciones de las Categorías I y II se obtienen del soporte lógico de OAS de los PANS-OPS, con la restricción de utilizar las constantes del director de vuelo de Categoría II para las operaciones con piloto automático de Categoría II MLS. El soporte lógico de OAS de los PANS-OPS proporciona los coeficientes para ángulos de trayectoria de planeo entre 2,5° y 3,5° en incrementos de 0,1°, así como para cualquier distancia entre antena de azimut y umbral entre 2 000 m y 4 500 m. No se permiten las extrapolaciones fuera de estos límites. Si se entra en una distancia entre antena de azimut y umbral fuera de esta gama, el soporte lógico de OAS de los PANS-OPS proporciona los coeficientes que deben utilizarse para 2 000 m o 4 500 m, según corresponda. Para ver un ejemplo de los resultados del soporte lógico de OAS de los PANS-OPS, véase la Figura II-1-3-13.

#### 3.4.8.5 Cálculo de las alturas de las OAS

Para calcular la altura  $z$  de cualquier superficie en pendiente en un lugar  $x'$ ,  $y'$ , deberían obtenerse en primer lugar las constantes pertinentes del soporte lógico de OAS de los PANS-OPS. Estos valores se sustituyen seguidamente en la ecuación  $z = Ax' + By' + C$ . Si no resulta evidente cuál es la OAS que queda por encima del emplazamiento del obstáculo, debería repetirse la operación para las otras superficies en pendiente. La altura de la OAS es la más elevada de las alturas de los planos (cero si todas las alturas de los planos son negativas).

*Nota.— El soporte lógico de OAS de los PANS-OPS también contiene una calculadora de OCH que indicará la altura de la superficie OAS  $z$  por encima de cualquier emplazamiento  $x, y$ , e incluye todos los ajustes especificados para geometría MLS, dimensiones de la aeronave, pendiente de ascenso en aproximación frustrada y altura de referencia de aproximación MLS.*

#### 3.4.8.6 Construcción de la plantilla para las OAS

Las plantillas, o vistas en planta de los contornos de las OAS a escala cartográfica, se utilizan a veces para facilitar la identificación de obstáculos cuando se lleva a cabo un levantamiento topográfico detallado (véase la Figura II-1-3-12). Los datos OAS del soporte lógico de los PANS-OPS incluyen las coordenadas de los puntos de intersección:

- a) de las superficies en pendiente a nivel del umbral. Las coordenadas de intersección se identifican como C, D y E (véase la Figura II-1-3-12);
- b) a 300 m por encima del nivel del umbral para Cat I; y
- c) a 150 m para Cat II.

#### 3.4.8.7 Ajuste de las constantes OAS

3.4.8.7.1 *Generalidades.* Los párrafos siguientes especifican los ajustes que el soporte lógico de OAS de los PANS-OPS incorpora en las constantes OAS. Estos ajustes son obligatorios cuando las condiciones normalizadas no se cumplen (véase 3.1.3, “Condiciones normalizadas”). Pueden hacerse ajustes opcionales cuando así se especifique. Véase el *Manual de construcción de procedimientos de vuelo por instrumentos* (Doc 9368) para ejemplos de los cálculos.

3.4.8.7.2 *Razones para el ajuste de las constantes.* Las constantes pueden modificarse para tener en cuenta:

- a) las dimensiones de aeronaves específicas (véase 3.4.8.7.3);
- b) la altura del punto de referencia de aproximación MLS por encima del valor nominal (véase 3.4.8.7.4);
- c) los azimut de Categoría I con una anchura de sector en el umbral superior a 210 m (véase 3.4.8.7.5);
- d) la utilización del director de vuelo (en vuelo manual) para Cat II (véase 3.4.8.7.6); y
- e) la pendiente de ascenso en aproximación frustrada (véase 3.4.8.7.7).

3.4.8.7.3 *Dimensiones de aeronaves específicas.* Cuando las dimensiones de las aeronaves exceden de las previstas en 3.1.3, “Condiciones normalizadas”, la realización de un ajuste es obligatoria, y es opcional en el caso de aeronaves menores. El soporte lógico de OAS de los PANS-OPS ajusta automáticamente los coeficientes y las coordenadas de las plantillas de las OAS para las dimensiones normalizadas de aeronaves de las Categorías A, B, C, D y D<sub>L</sub>; hará lo mismo para dimensiones de aeronaves específicas en cualquier categoría. La siguiente fórmula de corrección la utiliza para ajustar el coeficiente C para las superficies W, X e Y:

superficie W:  $C_{wcorr} = C_w - (t - 6)$

superficie X:  $C_{xcorr} = C_x - B_x \cdot P$

superficie Y:  $C_{ycorr} = C_y - B_y \cdot P$

siendo:  $P = \left[ \frac{t}{B_x} \text{ o } S + \frac{t-3}{B_x}, \text{ lo que sea el máximo} \right] - \left[ \frac{6}{B_x} \text{ o } 30 + \frac{3}{B_x}, \text{ lo que sea el máximo} \right]$

y:  $s =$  semienvergadura

$t =$  distancia vertical entre las trayectorias de la antena GP y de la parte inferior de las ruedas.

3.4.8.7.4 *Altura del punto de referencia de aproximación MLS.* Las constantes se basan en la altura del punto de referencia (RDH) de aproximación MLS de 15 m. En el caso de una RDH inferior a 15 m es obligatorio ajustar las constantes OAS, y es opcional en el caso de que la RDH sea superior a 15 m. El soporte lógico de OAS de los PANS-OPS ajusta los coeficientes y las coordenadas de la plantilla OAS, corrigiendo los valores tabulados del coeficiente C para las superficies W, X e Y de la manera siguiente:

$$C_{\text{corr}} = C + (\text{RDH} - 15)$$

siendo:  $C_{\text{corr}} =$  valor corregido del coeficiente C para la superficie apropiada

$C =$  valor tabulado.

3.4.8.7.5 *Modificación de los ángulos de azimut Cat I con anchura de rumbo nominal superior a 210 m en el umbral.* Cuando la anchura del sector de azimut MLS en el umbral sea superior al valor nominal de 210 m, se utilizará el método del modelo de riesgo de colisión ILS (CRM) descrito en 3.4.9. No se efectuarán ajustes para anchuras de sector inferiores a 210 m y están inhibidos en el soporte lógico de OAS de los PANS-OPS.

3.4.8.7.6 *Uso del director de vuelo (vuelo manual) en Cat II.* Se utilizará la OAS Cat I.

3.4.8.7.7 *Pendiente de aproximación frustrada.* Si el equipo tiene capacidad para pendientes de ascenso de aproximación frustrada superiores al 2,5% nominal, pueden ajustarse las superficies Y y Z. Este ajuste se logra seleccionando la pendiente de ascenso en aproximación frustrada deseada en el soporte lógico de OAS de los PANS-OPS. A continuación, el programa ajusta los coeficientes de las superficies Y y Z.

#### 3.4.8.8 *Determinación de la OCA/H con superficies OAS o ILS básicas*

3.4.8.8.1 *Generalidades.* La OCA/H se determina teniendo en cuenta todos los obstáculos que penetran en las superficies ILS básicas que se definen en 3.4.7.2 y las superficies OAS aplicables a la categoría de operaciones ILS que se considere. Las excepciones indicadas en 3.4.7.3, “Determinación de la OCA/H con superficies ILS básicas” aplicables a los obstáculos que penetran en las superficies ILS básicas en las condiciones especificadas, pueden aplicarse a los obstáculos que penetran en las superficies de evaluación de obstáculos en las mismas condiciones. Las superficies que se aplican a cada categoría de operaciones MLS son:

- a) *MLS Cat I:* OAS del ILS de Cat I;
- b) *MLS Cat II con director de vuelo:* OAS del ILS de Cat I;
- c) *MLS Cat II con piloto automático:* OAS del ILS de Cat II, usando director de vuelo y aquellas partes del ILS Cat I que quedan por encima de los límites del ILS de Cat II; y
- d) *MLS Cat III con piloto automático:* Lo mismo que MLS Cat II con piloto automático.

3.4.8.8.2 *Cálculo de valores de la OCA/H con OAS.* Los obstáculos que han de tenerse en cuenta, determinados en 3.4.8.8.2.1, “Fases para el cálculo de la OCA/H” se dividen en obstáculos de aproximación y obstáculos de aproximación frustrada. El método de división normalizado es el siguiente: los obstáculos de aproximación son los que

se encuentran entre el FAP y 900 m después del umbral, y los obstáculos de aproximación frustrada son los situados en el resto del tramo de precisión (véase la Figura II-1-3-14). Sin embargo, en algunos casos este método puede constituir una desventaja excesiva en lo concerniente a los obstáculos de ciertas aproximaciones frustradas (véase el Adjunto a la Parte II, 1.9). Por lo tanto, cuando así lo deseen las autoridades competentes, los obstáculos de las aproximaciones frustradas pueden definirse como aquellos que están situados por encima de un plano trazado paralelamente al de la trayectoria de planeo (ángulo de elevación) y cuyo origen está a -900 m (véase la Figura II-1-3-15), es decir, una altura de obstáculos superior a  $[(900 + x) \tan \theta]$ .

#### 3.4.8.8.2.1 Etapas para calcular la OCA/H

- Determinar la altura del obstáculo de aproximación más elevado.
- Convertir las alturas de todos los obstáculos de aproximación frustrada ( $h_{ma}$ ) a las alturas de los obstáculos de aproximación equivalentes ( $h_a$ ) mediante la fórmula indicada más adelante, y determinar el obstáculo de aproximación equivalente más alto.
- Determinar cuál es el obstáculo de mayor altura identificado en las etapas a) y b). Éste será el obstáculo determinante.
- Añadir el margen correspondiente a la categoría de aeronaves (Tabla II-1-3-2) a la altura del obstáculo determinante.

$$h_a = \frac{h_{ma} \cot Z + (x_z + x)}{\cot Z + \cot \theta}$$

- siendo:
- $h_a$  = altura del obstáculo de aproximación equivalente
  - $h_{ma}$  = altura del obstáculo de aproximación frustrada
  - $\theta$  = ángulo de la trayectoria de planeo (ángulo de elevación)
  - $Z$  = ángulo de la superficie de aproximación frustrada
  - $x$  = distancia del obstáculo relativa al umbral (negativa después del umbral)
  - $x_z$  = distancia desde el umbral hasta el origen de la superficie Z [900 m (700 m Cat H)]

#### 3.4.8.8.3 Ajustes para aeródromos de gran elevación y ángulos de trayectoria de planeo pronunciados

3.4.8.8.3.1 *Márgenes de pérdida de altura (HL)/error de altímetro.* Los márgenes de la Tabla II-1-3-2 se ajustarán de la manera siguiente:

- cuando la elevación del aeródromo sea superior a 900 m (2 953 ft), las tolerancias indicadas en la tabla se aumentarán en un 2% del margen de error del radioaltímetro por cada 300 m (984 ft) de elevación del aeródromo; y
- cuando la trayectoria de planeo (ángulos de elevación) sea superior a 3,2° en casos excepcionales, las tolerancias indicadas se aumentarán en un 5% del margen de error del radioaltímetro por cada 0,1° de aumento de la trayectoria de planeo (ángulo de elevación) entre 3,2° y 3,5°.

3.4.8.8.3.1.1 Los procedimientos que conlleven trayectorias de planeo de más de 3,5° o cualquier ángulo cuando la velocidad vertical nominal de descenso ( $V_{at}$  para el tipo de aeronave  $\times$  el seno del ángulo de trayectoria de planeo) excede de 5 m/s (1 000 ft/min) no están normalizados, y requieren:

- a) un aumento del margen de pérdida de altura (que puede ser propio del tipo de aeronave);
- b) un ajuste del origen de la superficie de aproximación frustrada;
- c) un ajuste de la pendiente de la superficie W;
- d) un nuevo levantamiento topográfico de los obstáculos; y
- e) la aplicación de las correspondientes limitaciones operacionales.

Dichos procedimientos normalmente están restringidos a explotadores y aeronaves específicamente autorizados y están asociados a las correspondientes restricciones, tanto para aeronaves como para tripulaciones. No deben utilizarse como un medio para introducir procedimientos de atenuación del ruido.

3.4.8.8.3.1.2 En el Apéndice B del Capítulo 1 se indican los cambios requeridos en cuanto al diseño del procedimiento y las correspondientes consideraciones en materia operacional y de certificación.

Ejemplo: Aeronaves de Categoría C — Elevación del aeródromo: 1 650 m sobre el MSL; ángulo de trayectoria de planeo 3,5°.

Tolerancias: radioaltímetro 22 m

(Tabla II-1-3-2) baroaltímetro 46 m

Corrección por elevación del aeródromo:

$$22 \times \frac{2}{100} \times \frac{1650}{300} = 2,42 \text{ m}$$

Corrección por ángulo de trayectoria de planeo:

$$22 \times \frac{5}{100} \times \frac{3,5 - 3,2}{0,1} = 3,30 \text{ m}$$

Corrección total 5,72 m redondeados a 6 m.

Margen de radioaltímetro corregido  $22 + 6 = 28 \text{ m}$ .

Margen de baroaltímetro corregido  $46 + 6 = 52 \text{ m}$ .

3.4.8.8.3.2 *Excepciones y ajustes de los valores de la Tabla II-1-3-2.* Los valores de la Tabla II-1-3-2 se han calculado para tener en cuenta las aeronaves que utilizan procedimientos manuales normales en caso de aterrizaje demasiado largo, a partir de la OCA/H en la trayectoria nominal de aproximación. Los valores de la Tabla II-1-3-2 no se aplican a las operaciones Cat III. Los valores no tienen en cuenta el desplazamiento lateral de un obstáculo ni tampoco la probabilidad de que la aeronave esté desplazada. Si es necesario considerar ambas probabilidades a la vez, entonces habrá que utilizar el CRM del ILS que se analiza en 3.4.9. Los valores que figuran en la Tabla II-1-3-2 pueden ajustarse para tipos específicos de aeronaves, cuando se disponga de pruebas en vuelo y teóricas adecuadas, es decir, el valor de pérdida de altura correspondiente a una probabilidad de  $1 \times 10^{-5}$  (basada en una proporción de aproximación frustrada de  $10^{-2}$ ).



3.4.8.8.3.3 *Verificación del radioaltímetro.* Cuando se promulguen las OCA/H de radioaltímetro, las comprobaciones operacionales deberán haber confirmado la posibilidad de repetir la información radioaltimétrica.

3.4.8.8.3.4 *Márgenes de pérdida de altura (HL)/error de altímetro para una velocidad específica en el umbral.* Si es necesario obtener los márgenes de pérdida de altura o de error de altímetro para una  $V_{at}$  específica, se aplicarán la siguientes fórmulas (véase también la Tabla II-1-3-4):

*Uso del radioaltímetro:*

Margen =  $(0,096 V_{at} - 3,2)$  metros con  $V_{at}$  en km/h

Margen =  $(0,177 V_{at} - 3,2)$  metros con  $V_{at}$  en kt

*Uso del baroaltímetro:*

Margen =  $(0,068 V_{at} + 28,3)$  metros con  $V_{at}$  en km/h

Margen =  $(0,125 V_{at} + 28,3)$  metros con  $V_{at}$  en kt

siendo  $V_{at}$  la velocidad en el umbral basada en 1,3 veces la velocidad de pérdida en configuración de aterrizaje y masa máxima certificada de aterrizaje.

*Nota.— En las ecuaciones se supone que las características aerodinámicas y dinámicas de la aeronave están directamente relacionadas con la categoría de velocidad. En consecuencia, los márgenes de pérdida de altura/error de altímetro calculados podrían no representar en forma realista las aeronaves pequeñas cuya  $V_{at}$  a la masa máxima de aterrizaje excede de 165 kt.*

3.4.8.9 *Efecto de la densidad de obstáculos en la OCA/H.* Para evaluar la aceptabilidad de la densidad de obstáculos por debajo de las OAS se puede utilizar el CRM del ILS que se describe en 3.4.9. Esto puede ser útil al comparar entornos de aeródromo y al evaluar los niveles de riesgo asociados con determinados valores de OCA/H. Se hace hincapié en que el CRM no es sustitutivo del criterio operacional.

### **3.4.9 Margen de franqueamiento de obstáculos en el tramo de precisión — aplicación del modelo de riesgo de colisión (CRM) del ILS a operaciones MLS**

3.4.9.1 *Generalidades.* El CRM del ILS es un programa de computadora que establece el riesgo numérico que cabe comparar con el nivel de seguridad operacional deseado para las aeronaves que operan a una OCA/H especificada. En el *Manual de utilización del modelo de riesgo de colisión (CRM) para las operaciones ILS* (Doc 9274) se presentan una descripción del programa y las instrucciones para su empleo, y se incluyen el formato preciso de los datos de entrada necesarios y los resultados consiguientes.

3.4.9.2 *Datos de entrada.* Cuando el CRM del ILS se aplica a operaciones MLS, se necesitan los siguientes datos de entrada:

- a) *detalles del aeródromo:* nombre, posición del umbral de la pista y orientación de ésta en coordenadas de cuadrícula en una carta (opcional) y elevación del umbral sobre el MSL;
- b) *parámetros MLS:* categoría (la categoría ILS apropiada según lo definido en 3.4.8.8.1), trayectoria de planeo (ángulo de elevación), distancia del umbral a la antena de azimut, anchura del rumbo nominal de azimut y altura del punto de referencia MLS por encima del umbral;
- c) *parámetros de la aproximación frustrada:* altura de decisión (altura de franqueamiento de obstáculos) y punto de viraje en la aproximación frustrada;

- d) *parámetros de la aeronave*: tipo, altura de las ruedas (desde la antena hasta la parte inferior de las ruedas) y semienvargadura, categoría de aeronaves (A, B, C, D o D<sub>L</sub>) y pendiente de ascenso en aproximación frustrada; y

*Nota.*— En el CRM no se tienen en cuenta las aeronaves de la Categoría E.

- e) *datos de los obstáculos*: límites de los obstáculos (como coordenadas x e y relativas al umbral de la pista o como coordenadas cartográficas) y la altura de los obstáculos (ya sea por encima de la elevación del umbral o del MSL). Para evaluar la densidad, deben incluirse todos los obstáculos que penetren en las superficies ILS básicas que se describen en 3.4.7.2.

3.4.9.3 *Resultados y su aplicación*. El resultado del programa es:

- a) el riesgo (total) de colisión contra obstáculos de las aeronaves que operan a la OCA/H especificada; y
- b) la OCA/H mínima que proporciona el nivel de seguridad operacional perseguido.

Estas opciones se detallan en el *Manual de utilización del modelo de riesgo de colisión (CRM) para las operaciones ILS* (Doc 9274). El usuario, al ejecutar de nuevo el CRM del ILS con los parámetros apropiados, puede evaluar el efecto de cualquier alteración en los parámetros sobre la seguridad de las operaciones — usualmente variando la trayectoria de planeo, el ángulo de elevación o los obstáculos restantes.

### 3.5 TRAMO DE APROXIMACIÓN FRUSTRADA

#### 3.5.1 Generalidades

3.5.1.1 Los criterios aplicables a la aproximación frustrada final se basan en los criterios generales (véase la Parte I, Sección 4, Capítulo 6). Se han efectuado ciertas modificaciones para tener en cuenta las diferentes áreas y superficies asociadas con el tramo de precisión del MLS y las posibles variaciones en la OCA/H para dicho tramo en función de la categoría de aeronaves. La construcción del área se efectúa de acuerdo con el sistema de navegación especificado para la aproximación frustrada.

3.5.1.2 La referencia utilizada para calcular las distancias y las pendientes con el fin de determinar el margen de franqueamiento de obstáculos se denomina “comienzo del ascenso” (SOC) y se define mediante la altura y la distancia a las que el plano GP — plano paralelo a la trayectoria de planeo (ángulo de elevación) y que comienza a –900 m al nivel del umbral — alcanza una altitud OCA/H – HL (OCA/H y HL deben referirse ambas a la misma categoría de aeronaves).

3.5.1.3 Cuando los obstáculos identificados en el tramo de aproximación frustrada final obligan a incrementar cualquiera de las OCA/H calculadas para el tramo de precisión, puede especificarse adicionalmente una pendiente más pronunciada para la superficie de aproximación frustrada (Z) si ésta proporciona el margen de franqueamiento de obstáculos por encima de dichos obstáculos a una OCA/H especificada menor (véase la Parte I, Sección 4, Capítulo 6, 6.2.2.2, “Pendiente de ascenso en la fase intermedia”).

#### 3.5.2 Aproximación frustrada en línea recta

3.5.2.1 *Generalidades*. El tramo de precisión termina en el punto en que la superficie Z alcanza una altura de 300 m por encima del umbral. La anchura de la superficie Z a esta distancia determina la anchura inicial del área de aproximación frustrada final que se ensancha con un ángulo de 15° a partir de ese punto, como se ilustra en la Figura II-1-3-16. No existen áreas secundarias.

3.5.2.2 *Margen de franqueamiento de obstáculos para aproximación frustrada en línea recta.* (Véase la Figura II-1-3-17). La elevación/altura de los obstáculos en el área de aproximación frustrada final será inferior a

$$(OCA/H_{ps} - HL) + d_o \tan Z$$

donde:

- a) OCA/H del tramo de precisión ( $OCA/H_{ps}$ ) y HL (valor de la Tabla II-1-3-2) se refieren a la misma categoría de aeronaves;
- b)  $d_o$  se mide desde el SOC paralelamente a la derrota de aproximación frustrada en línea recta; y
- c) Z es el ángulo que forman la superficie de aproximación frustrada y el plano horizontal.

Si este requisito no pudiera cumplirse, se prescribirá un viraje para evitar el obstáculo en cuestión. Si no fuera posible realizar el viraje, se aumentará la OCA/H.

### 3.5.3 Aproximación frustrada con viraje

3.5.3.1 *Generalidades.* Pueden prescribirse virajes en un punto de viraje (TP) designado, a una altitud/altura de viraje designada, o “lo antes posible”. Los criterios que se utilizan dependen del lugar del viraje con relación al fin normal del tramo de precisión (véase 3.4.6, “Fin del tramo”) y son los siguientes:

- a) *viraje después del fin normal del tramo de precisión.* Si se prescribe un viraje después del fin normal del tramo de precisión, se aplican los criterios generales de la Parte I, Sección 4, Capítulo 6, 6.4.5, “Viraje iniciado a una altitud/altura designada” y de la Parte I, Sección 4, Capítulo 6, 6.4.6, “Viraje iniciado en un punto de viraje (TP) designado” con las siguientes excepciones:
  - 1) la OCA/H se sustituye por  $(OCA/H - HL)$  según 3.5.2.2, “Margen de franqueamiento de obstáculos para aproximación frustrada en línea recta”; y
  - 2) dado que el SOC se refiere a la OCA/H, no es posible obtener el margen de franqueamiento de obstáculos por los medios utilizados en las aproximaciones que no son de precisión (es decir, por ajustes independientes de la OCA/H o del MAPt); y
- b) *viraje antes del fin normal del tramo de precisión.* Si se prescribe un viraje a una altitud/altura designada inferior a 300 m por encima del umbral, o en un TP designado de modo que el TP anterior se encuentra dentro de la distancia normal del fin del tramo de precisión, se aplicarán los criterios especificados en 3.5.3.2 y 3.5.3.3.

*Nota.— Los ajustes que se efectúen al lugar del TP designado o a la altitud de viraje designada pueden exigir que se tracen de nuevo las áreas correspondientes y que se calculen de nuevo los márgenes de franqueamiento de obstáculos. Esto puede hacer que se excluyan algunos obstáculos o que se incluyan otros nuevos. Por lo tanto, para obtener el valor mínimo de la OCA/H — especialmente cuando las limitaciones debidas a obstáculos sean muy elevadas — quizás sea necesario ajustar por experimentación el TP designado o la altitud de viraje designada. (Véase la Sección 1, Apéndice A del Capítulo 1).*

#### 3.5.3.2 Viraje a una altitud/altura designada inferior a 300 m por encima del umbral

3.5.3.2.1 Se aplican los criterios generales (véase la Parte I, Sección 4, Capítulo 6, 6.4.5, “Viraje iniciado a una altitud/altura designada”) debidamente ampliados y modificados por el contenido de esta sección. La construcción del área de inicio del viraje y el viraje subsiguiente se ilustran en la Figura II-1-3-18.

3.5.3.2.2 *Altitud/altura de viraje.* Se aplican los criterios generales, modificados como se explica seguidamente. El tramo de precisión termina (y comienza el tramo de la aproximación frustrada final) en el TP. Lo que permite el cálculo de  $OCA/H_{ps}$  y  $(OCA/H_{ps} - HL)$ . A continuación se determina el SOC y la altitud/altura de viraje (TNA/H) se calcula a partir de la siguiente relación:

$$TNA/H = OCA/H_{ps} - HL + d_z \tan Z$$

siendo:  $d_z$  la distancia horizontal desde el SOC hasta el TP; y

$$OCA/H_{ps} = OCA/H \text{ calculada para el tramo de precisión.}$$

Si el TP coincidiera con el SOC, se anotará en la carta “virar lo antes posible a ... (rumbo o instalación)” y se incluirá información suficiente para determinar la posición y la altura de los obstáculos que imponen el requisito de viraje.

### 3.5.3.2.3 Áreas

3.5.3.2.3.1 *Área de inicio del viraje* (véase la Figura II-1-3-18). El área de inicio del viraje está limitada por el contorno a 300 m de la superficie Y de Categoría I y termina en el TP.

*Nota.—Se considera que el TP anterior se encuentra al comienzo del contorno, a 300 m (punto D'') de la superficie Y de Categoría I, salvo que se especifique un punto de referencia para limitar los virajes prematuros (véase 3.5.3.2.4.2), “Protección de los virajes prematuros”.*

3.5.3.2.3.2 *Construcción de los límites de viraje.* Los límites de viraje se construyen como se especifica en la Parte I, Sección 2, Capítulo 3, “Construcción del área de viraje”.

### 3.5.3.2.4 Margen de franqueamiento de obstáculos

- a) *Margen de franqueamiento de obstáculos en el área de inicio del viraje.* La elevación/altura de los obstáculos en el área de inicio del viraje será menor que:

- 1) la altitud/altura de viraje – 50 m (164 ft) para virajes de más de 15°; y
- 2) la altitud/altura de viraje – 30 m (98 ft) para virajes de 15° o menos,

salvo en el caso de los obstáculos situados por debajo de la superficie Y, en el lado exterior del viraje, que no es necesario tenerse en cuenta para calcular la altitud/altura del viraje.

- b) *Margen de franqueamiento de obstáculos en el área de viraje.* La elevación/altura de los obstáculos en el área de viraje y la subsiguiente será inferior a:

$$\text{altitud/altura de viraje} + d_o \tan Z - MOC$$

donde  $d_o$  se mide desde el obstáculo hasta el punto más cercano del límite del área de inicio del viraje y el MOC es:

- 1) 50 m (164 ft) para virajes de más de 15°; y
- 2) 30 m (98 ft) para virajes de 15° o menos,

reduciéndose linealmente a cero en el borde exterior de las áreas secundarias, si las hubiera.

3.5.3.2.4.1 *Ajustes de la altitud/altura de viraje.* Si los criterios especificados en 3.5.3.2.4, “Margen de franqueamiento de obstáculos” no pudieran respetarse, se ajustará la altitud/altura de viraje. Esto puede efectuarse de dos maneras:

- a) *ajustando la altitud/altura de viraje sin modificar la OCA/H:* lo que significa que se desplazará el TP y que las áreas se han de reconstruir en consecuencia; y
- b) *elevando la altitud/altura de viraje aumentando la OCA/H:* lo que significa una altitud de viraje mayor por encima del mismo TP. Las áreas de viraje no se modifican.

3.5.3.2.4.2 *Protección de los virajes prematuros.* Cuando el procedimiento publicado no prevea un punto de referencia para limitar los virajes de las aeronaves que llevan a cabo un procedimiento de aproximación frustrada a partir de una altitud/altura superior a la designada del viraje, se efectuará una comprobación adicional de los obstáculos. Se aplican los criterios generales de la Parte I, Sección 4, Capítulo 6, 6.4.5.6, “Protección de los virajes prematuros” y los principios generales de la Parte I, Sección 4, Capítulo 6, Figura I-4-6-14 con las siguientes modificaciones:

- a) el límite del área de aproximación final se sustituye por la línea DD” de las superficies OAS y su prolongación;
- b) el FAF se sustituye por el FAP;
- c) el MAPt anterior se sustituye por la línea D”D” (límite anterior del área de inicio de viraje); y
- d) si no se puede satisfacer el criterio, el procedimiento debe prohibir los virajes antes de un punto equivalente al MAPt, y debe añadirse una nota en la vista de perfil de la carta de aproximación.

### 3.5.3.3 *Viraje en un TP designado con el TP anterior antes del fin normal del tramo de precisión*

3.5.3.3.1 Cuando se especifica un viraje en un TP designado y el TP anterior se encuentra antes de la distancia normal del fin del tramo de precisión, el tramo de precisión termina en el TP anterior. Esto permite el cálculo de la  $OCA/H_{ps}$  y  $(OCA/H_{ps} - HL)$ ; a continuación se determina el SOC.

3.5.3.3.2 *Área de viraje.* El área de viraje se construye del modo que se indica en la Parte I, Sección 4, Capítulo 6, 6.4.6.3, “Construcción del área de viraje” salvo que se basa en la anchura del contorno de la superficie Y de la OAS a 300 m, en el TP anterior y en el TP posterior (véase la Figura II-1-3-19).

3.5.3.3.3 *Margen de franqueamiento de obstáculos.* La elevación/altura de los obstáculos, no excederá de:

$$(OCA/H_{ps} - HL) + d_o \tan Z - MOC$$

donde:

$d_o$  =  $d_z$  + distancia más corta entre el obstáculo y la recta K-K,

$d_z$  = distancia horizontal entre el SOC y el TP anterior,

y el MOC es:

50 m (164 ft) para virajes de más de 15° y

30 m (98 ft) para virajes de 15° o menos.

Si la elevación/altura de los obstáculos excede de este valor, debe aumentarse la OCA/H o desplazarse el TP para obtener el margen de franqueamiento de obstáculos necesario (véase el Apéndice A del Capítulo 1).

### 3.6 APROXIMACIONES DE PRECISIÓN SIMULTÁNEAS A PISTAS DE VUELO POR INSTRUMENTOS PARALELAS O CASI PARALELAS

*Nota.*— Los textos de orientación figuran en el Manual sobre operaciones simultáneas en pistas de vuelo por instrumentos paralelas o casi paralelas (Doc 9643).

#### 3.6.1 Generalidades

Cuando se prevea utilizar procedimientos de aproximación simultánea a pistas paralelas, en el diseño de ambos procedimientos se aplicarán los siguientes criterios adicionales:

- a) el ángulo máximo de interceptación con el rumbo de aproximación final es de 30°. El punto de interceptación con el rumbo de aproximación final debería encontrarse como mínimo 3,7 km (2,0 NM) antes del punto de interceptación de la trayectoria de planeo;
- b) las altitudes mínimas de los tramos de aproximación intermedia de ambos procedimientos difieren en al menos 300 m (1 000 ft); y
- c) las derrotas nominales de ambos procedimientos de aproximación frustrada divergen en al menos 30°. Los virajes de aproximación frustrada asociados se especificarán como “lo antes posible”.

#### 3.6.2 Franqueamiento de obstáculos

Los criterios de franqueamiento de obstáculos para las aproximaciones de precisión especificados en los capítulos correspondientes se aplican a cada procedimiento de precisión paralelo. Además de estos criterios, se efectuará una comprobación de los obstáculos del área en el lado opuesto de la otra pista paralela para proteger los virajes prematuros necesarios para evitar toda posible aeronave intrusa procedente de la pista adyacente. Esta comprobación puede hacerse utilizando una serie de superficies de evaluación de obstáculos para aproximaciones paralelas (PAOAS) definidas por separado. En el Apéndice D del Capítulo 1 figura un ejemplo de método de evaluación de obstáculos para estos procedimientos.

### 3.7 PROMULGACIÓN

#### 3.7.1 Generalidades

3.7.1.1 Se aplican los criterios generales que figuran en la Parte I, Sección 2, Capítulo 1, 1.10, “Promulgación”. La carta de aproximación por instrumentos para un procedimiento de aproximación MLS se identificará por el título MLS RWY XX. Si se incluyen en la carta los valores mínimos de Categoría II y/o III, el título será MLS RWY XX CAT II o MLS RXY XX CAT II y III, según proceda. Si se publica más de una aproximación MLS para la misma pista, se aplicará la regla convencional de título de procedimiento duplicado, identificándose la aproximación que tenga los valores mínimos inferiores como MLS Z RWY XX.

3.7.1.2 Si se publica más de una aproximación MLS para la misma pista y algunos tramos de ambas aproximaciones no son iguales, se aplicará la regla convencional de título de procedimiento duplicado. Como ejemplo, cuando se consideren dos aproximaciones MLS a la misma pista con diferentes procedimientos de aproximación frustrada, se aplicará la regla convencional de título de procedimiento duplicado. Cuando se publiquen dos aproximaciones diferentes a la misma pista, la aproximación con los mínimos más bajos deberá identificarse como MLS Z RWY XX.

3.7.1.3 Cuando se identifique un punto de referencia de una aproximación final en el FAP, se adjuntará un aviso en el procedimiento declarando que el descenso en la trayectoria de planeo por debajo de la altitud del FAF no está permitido hasta haber pasado el FAF.

### 3.7.2 Promulgación de los valores de la OCA/H

#### 3.7.2.1 Promulgación de la OCA/H para procedimientos de aproximación MLS de Categorías I y II

3.7.2.1.1 Los valores OCA u OCH, según corresponda, se promulgarán para las categorías de aeronave para las que se haya diseñado el procedimiento. Los valores se basarán en las siguientes condiciones normalizadas:

- a) Cat I volando con baroaltímetro;
- b) Cat II volando con radioaltímetro y piloto automático;
- c) Cat II volando con radioaltímetro y director de vuelo;
- d) dimensiones de aeronave normalizadas (véase 3.1.3, “Condiciones normalizadas”); y
- e) pendiente de ascenso en aproximación frustrada del 2,5%.

3.7.2.1.2 La autoridad competente podrá acordar con los explotadores, y promulgar, valores adicionales de la OCA/H en base a pruebas que respalden las modificaciones previstas en 3.4.8.7, “Ajustes de las constantes OAS”.

3.7.2.1.3 Los explotadores y la autoridad competente podrán acordar el uso de valores de la OCA/H para los procedimientos de aproximación MLS de Categoría I basados en los márgenes de pérdida de altura/error de radioaltímetro, y dichos valores podrán promulgarse si se cumple el requisito de 3.4.8.8.3.3, “Verificación del radioaltímetro”.

#### 3.7.2.2 Promulgación de procedimientos de aproximación MLS de Categoría III

Las operaciones de Categoría III pueden permitirse siempre que la OCA/H de Categoría II apropiada se encuentre por debajo de la altura de la superficie horizontal interna especificada en el Anexo 14. También pueden permitirse las operaciones de Categoría III con una OCA/H de Categoría II comprendida entre la altura de la superficie horizontal interna y 60 m, con la condición de que las superficies de aproximación interna, de transición interna y de aterrizaje interrumpido de la Categoría II se prolonguen para proteger dicha OCA/H.

### 3.7.3 Grados magnéticos

La derrota de aproximación final para el procedimiento MLS siempre se especifica y promulga en grados magnéticos.

### 3.7.4 Viraje a una altitud/altura designada (aproximación frustrada)

Si el TP coincide con el SOC, deberá anotarse en la carta “virar lo antes posible a ... (rumbo o instalación)” y se incluirá información suficiente para identificar la posición y altura de los obstáculos que imponen el requisito de viraje.

### 3.7.5 Viraje en un TP designado (aproximación frustrada)

Cuando el procedimiento requiera que el viraje se efectúe en un TP designado, debe publicarse con el procedimiento la siguiente información:

- el TP, cuando esté designado por un punto de referencia; o
- el radial VOR, la marcación NDB o la distancia DME de intersección cuando no se disponga de guía de derrota (véase la Parte I, Sección 2, Capítulo 2, 2.6.4, “Punto de referencia de aproximación frustrada”).

### 3.7.6 Procedimientos que implican ángulos de trayectoria de planeo no normalizados

Los procedimientos que implican trayectorias de planeo con ángulos superiores a 3,5° o con otros ángulos cuando la velocidad nominal de descenso excede de 5 m/s (1 000 ft/min), no están normalizados y están sujetos a restricciones (véase 3.4.8.8.3.1, “Márgenes de pérdida de altura (HL)/error de altímetro”. Normalmente, estos procedimientos están restringidos a aeronaves y explotadores específicamente autorizados y se promulgan con las correspondientes restricciones, para las aeronaves y las tripulaciones, anotadas en la carta de aproximación.

### 3.7.7 Pendiente adicional para el tramo de aproximación frustrada final

Si los obstáculos identificados en el tramo de aproximación frustrada final requieren incrementar alguna de las OCA/H calculadas para el tramo de precisión, puede especificarse adicionalmente una pendiente más pronunciada para la superficie de aproximación frustrada (Z) a fin de reducir la OCA/H (véase la Parte I, Sección 4, Capítulo 6, 6.2.3.1, “Pendiente de ascenso en la fase final”).

**Tabla II-1-3-1. Longitud mínima del tramo intermedio**

<i>Ángulo de interceptación con la derrota de aproximación final (grados)</i>	<i>Distancia mínima entre la interceptación de la derrota de aproximación final y la interceptación de la trayectoria de planeo</i>	
	<i>Cat A/B</i>	<i>Cat C/D/E</i>
0 – 15	2,8 km (1,5 NM)	2,8 km (1,5 NM)
16 – 30	3,7 km (2,0 NM)	3,7 km (2,0 NM)
31 – 60	3,7 km (2,0 NM)	4,6 km (2,5 NM)
61 – 90 o dentro de un procedimiento de hipódromo o de inversión	3,7 km (2,0 NM)	5,6 km (3,0 NM)

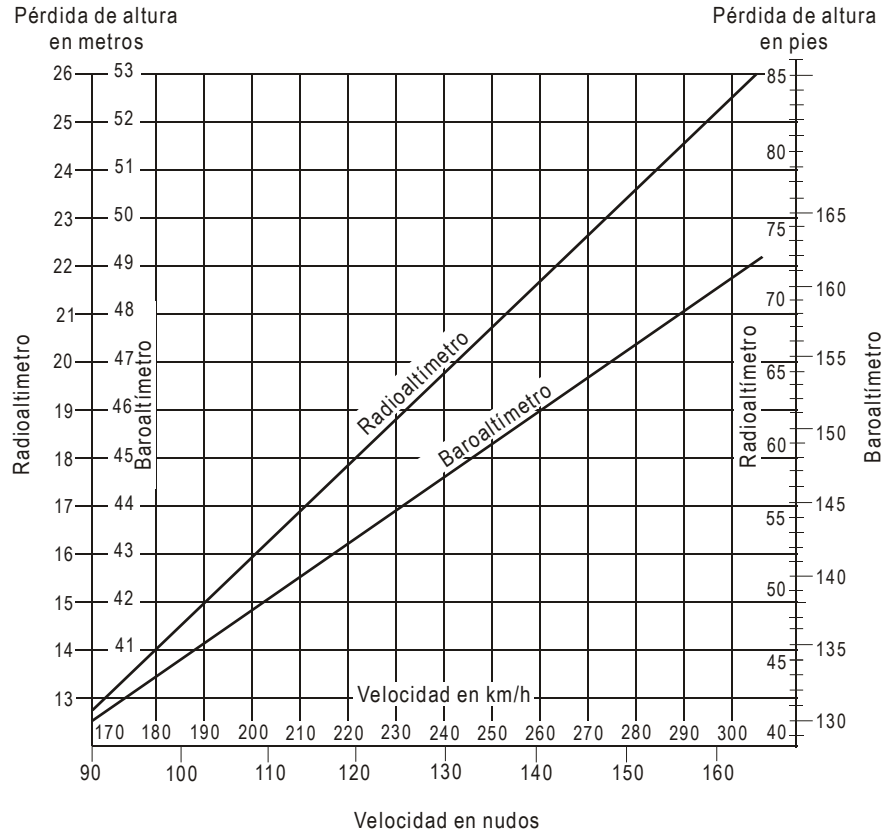


**Tabla II-1-3-2. Margen de pérdida de altura/error de altímetro**

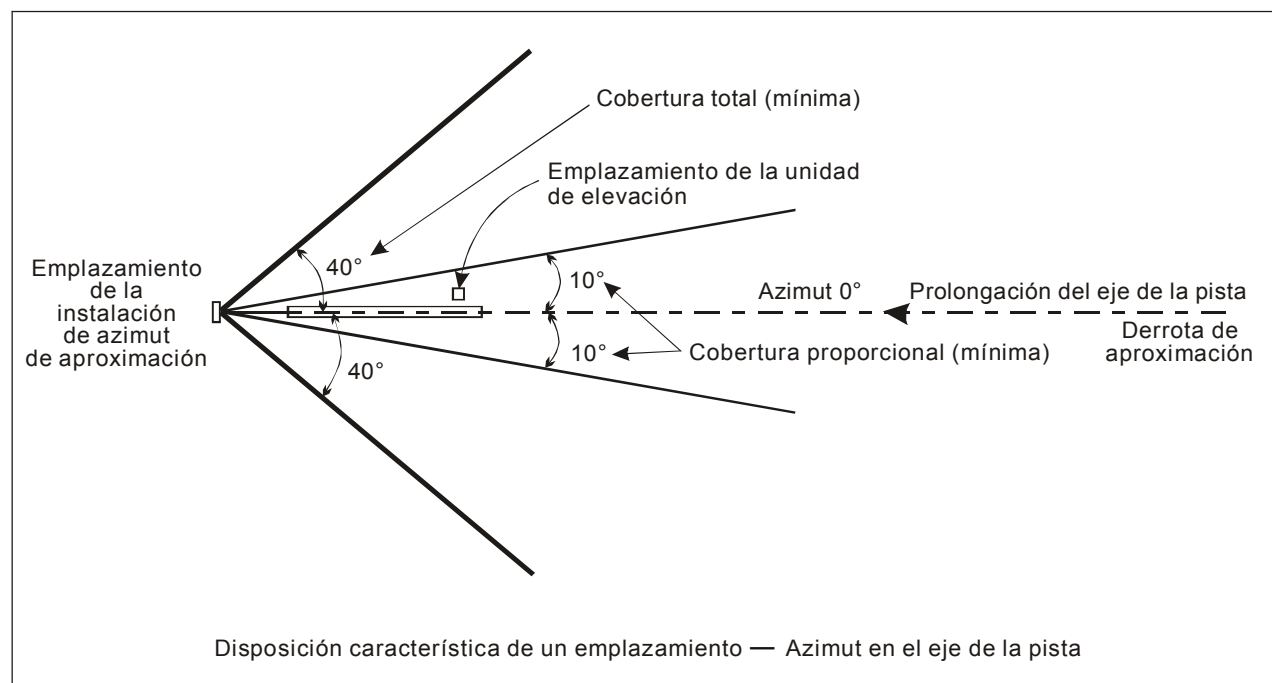
<i>Categoría de aeronaves (Vat)</i>	<i>Margen utilizando radioaltímetro</i>		<i>Margen utilizando baroaltímetro</i>	
	<i>Metros</i>	<i>Pies</i>	<i>Metros</i>	<i>Pies</i>
A — 169 km/h (90 kt)	13	42	40	130
B — 223 km/h (120 kt)	18	59	43	142
C — 260 km/h (140 kt)	22	71	46	150
D — 306 km/h (165 kt)	26	85	49	161

**Tabla II-1-3-3. Objetos que pueden no tenerse en cuenta al calcular la OCA/H**

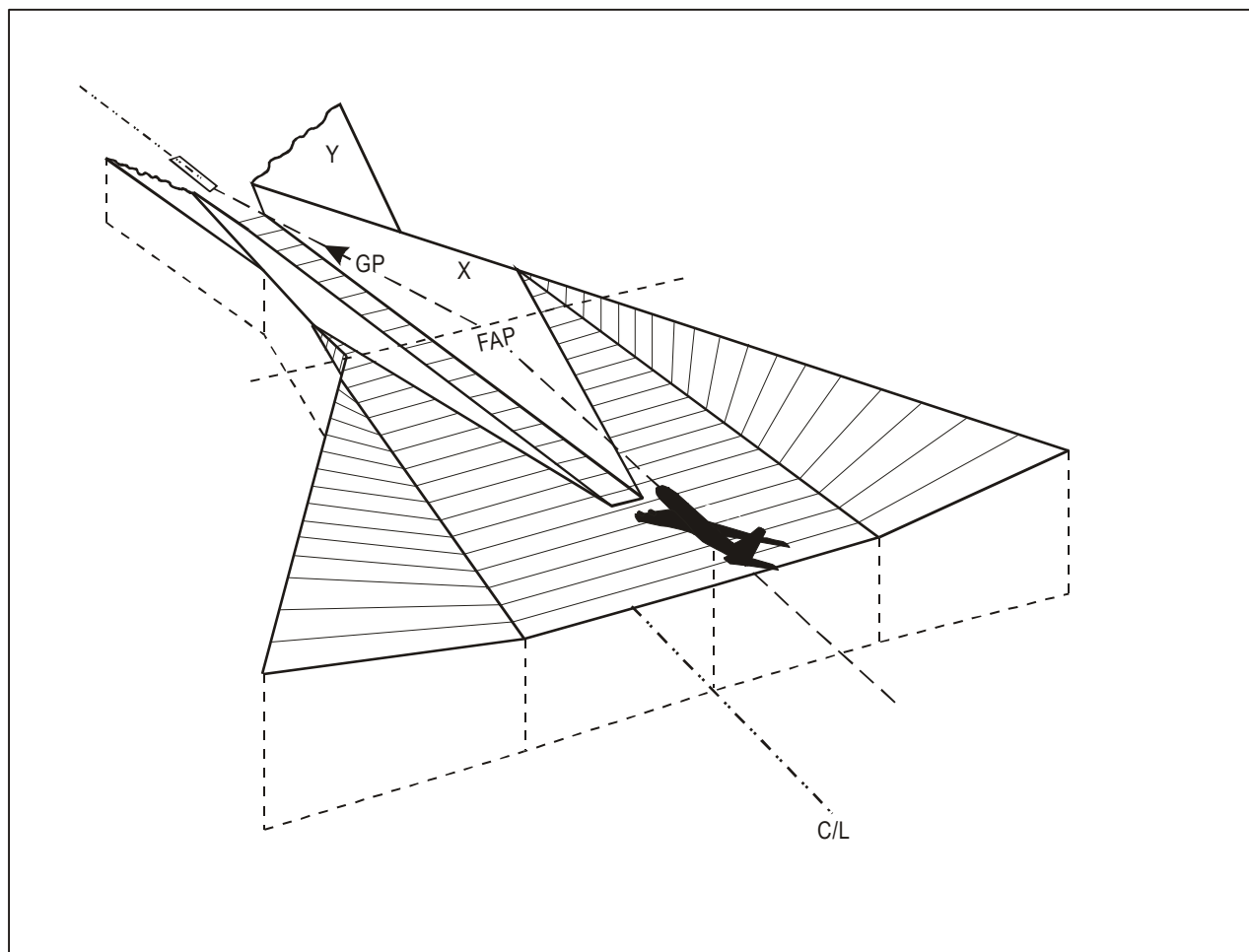
	<i>Altura máxima por encima del umbral</i>	<i>Distancia lateral mínima desde el eje de la pista</i>
Antena EL	17 m (55 ft)	120 m
Aeronave en rodaje	22 m (72 ft)	150 m
Aeronave en apartadero de espera o en punto de espera en rodaje a una distancia comprendida entre el umbral y -250 m	22 m (72 ft)	120 m
Aeronave en apartadero de espera o en punto de espera en rodaje a una distancia entre el umbral y -250 m (solamente Cat I)	15 m	75 m



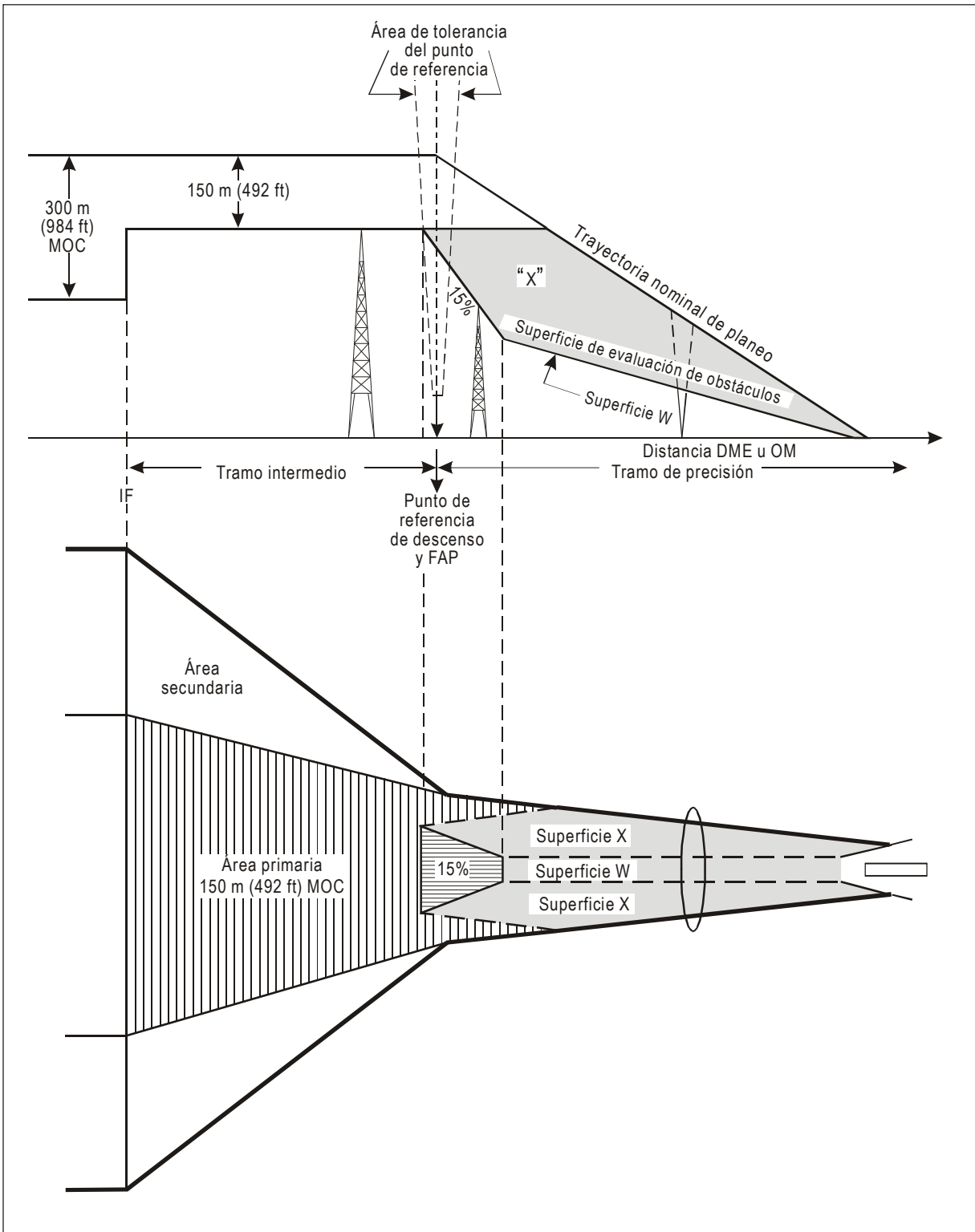
**Tabla II-1-3-4. Márgenes de pérdida de altura/error de altímetro en función de la velocidad**



**Figura II-1-3-1. Configuración de emplazamiento apropiada para la aplicación de criterios MLS**



**Figura II-1-3-2. Punto de enlace — vista en perspectiva del enlace del tramo de aproximación final con el precedente**



**Figura II-1-3-3. Punto de referencia de aproximación final definido por el punto de referencia de descenso situado en el punto de aproximación final**

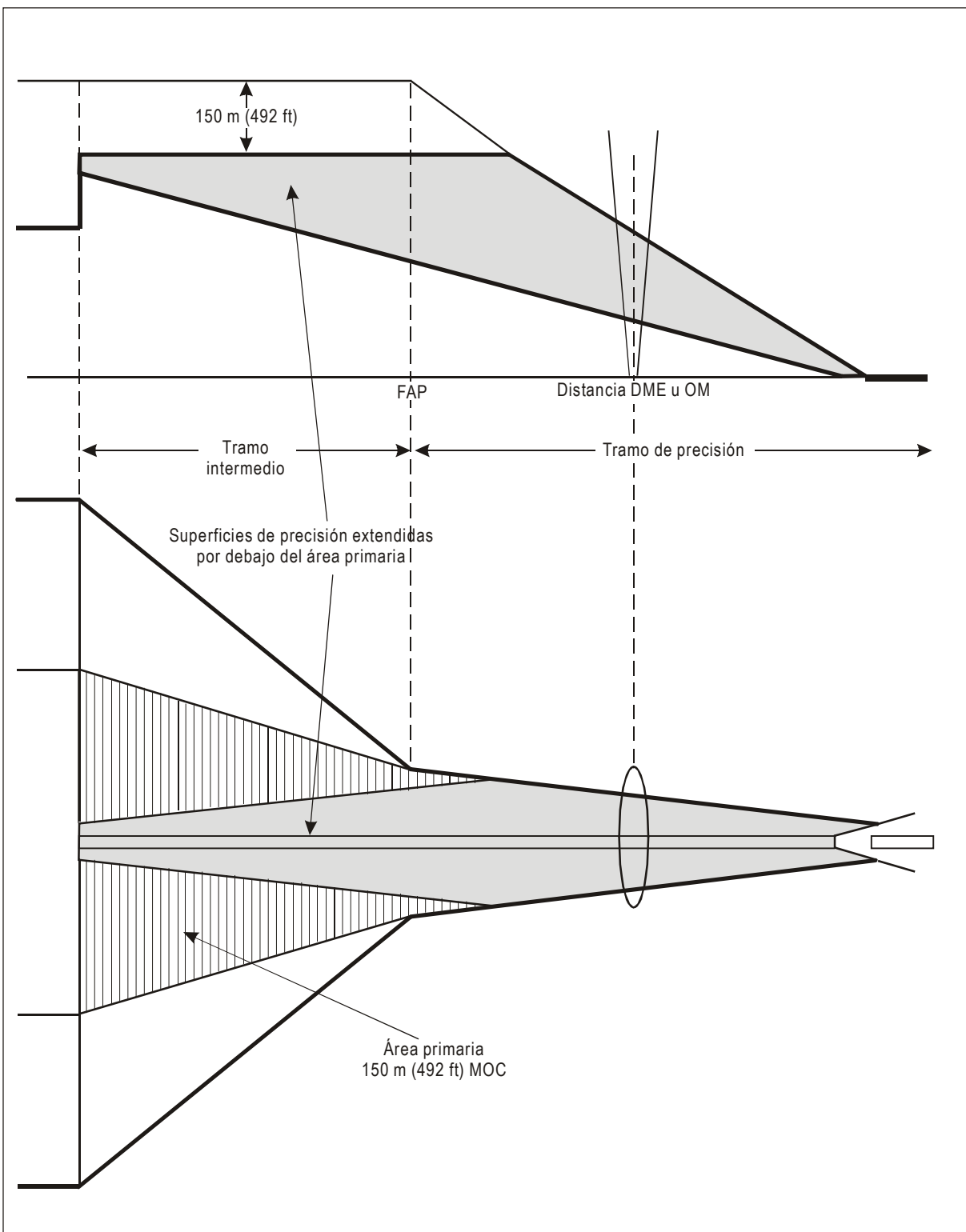
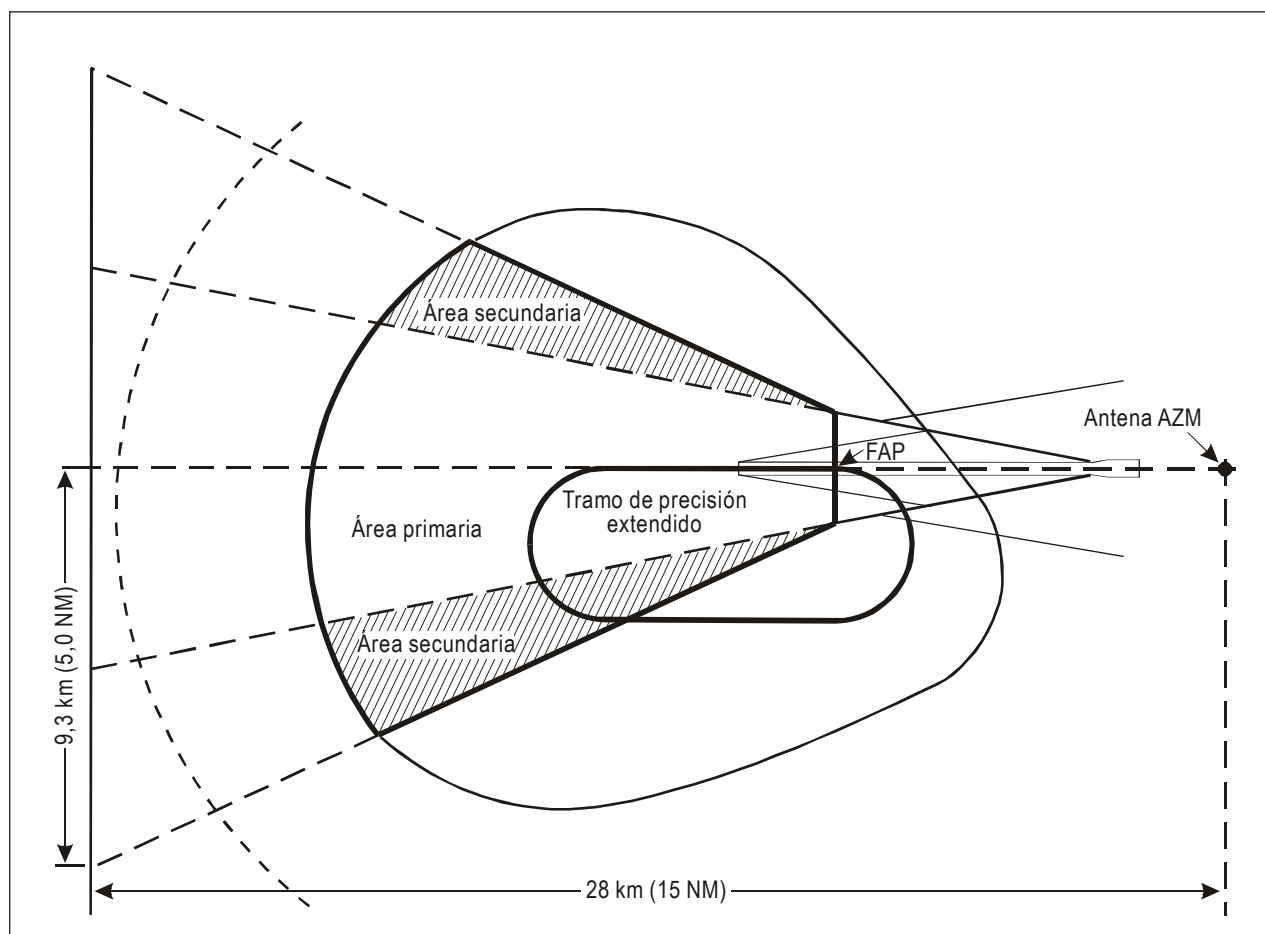
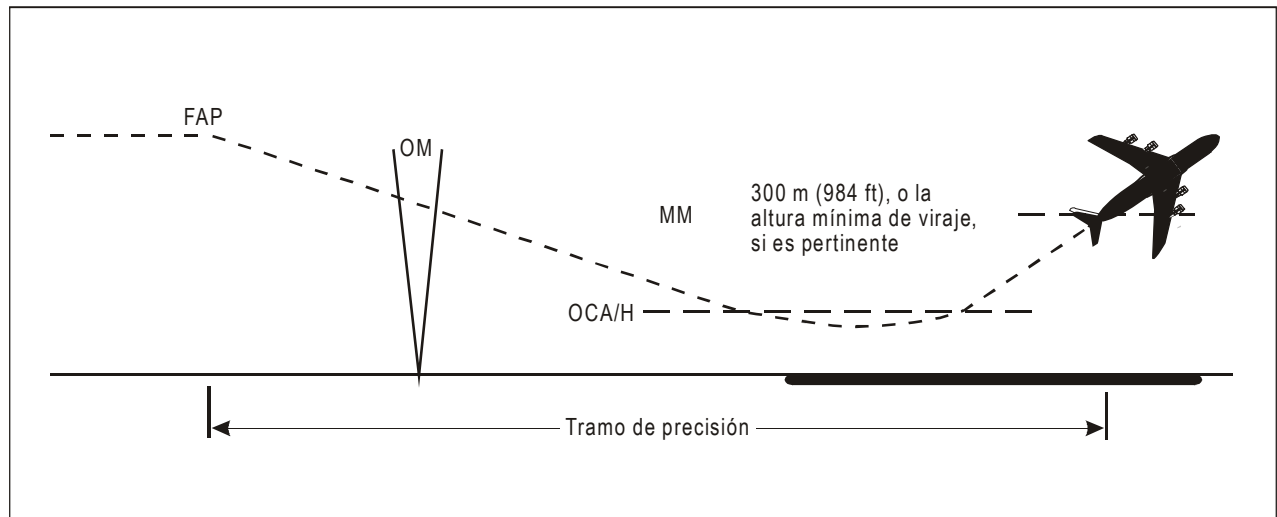


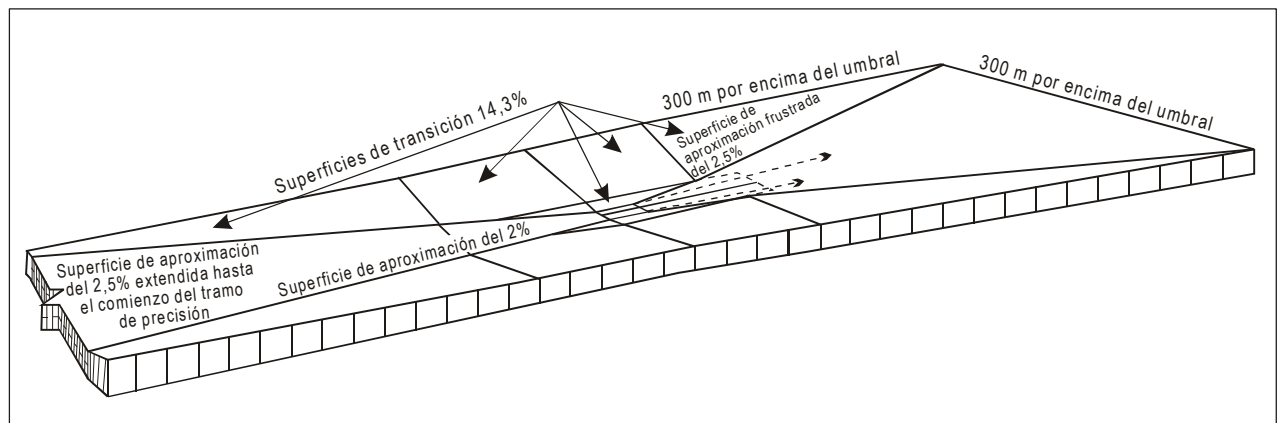
Figura II-1-3-4. Tramo de precisión sin punto de referencia de aproximación final



**Figura II-1-3-5. Área de aproximación intermedia. Aproximación MLS utilizando un procedimiento de inversión o hipódromo**



**Figura II-1-3-6. Tramo de precisión**



**Figura II-1-3-7. Ilustración de superficies ILS básicas según se describe en 3.4.7.2**



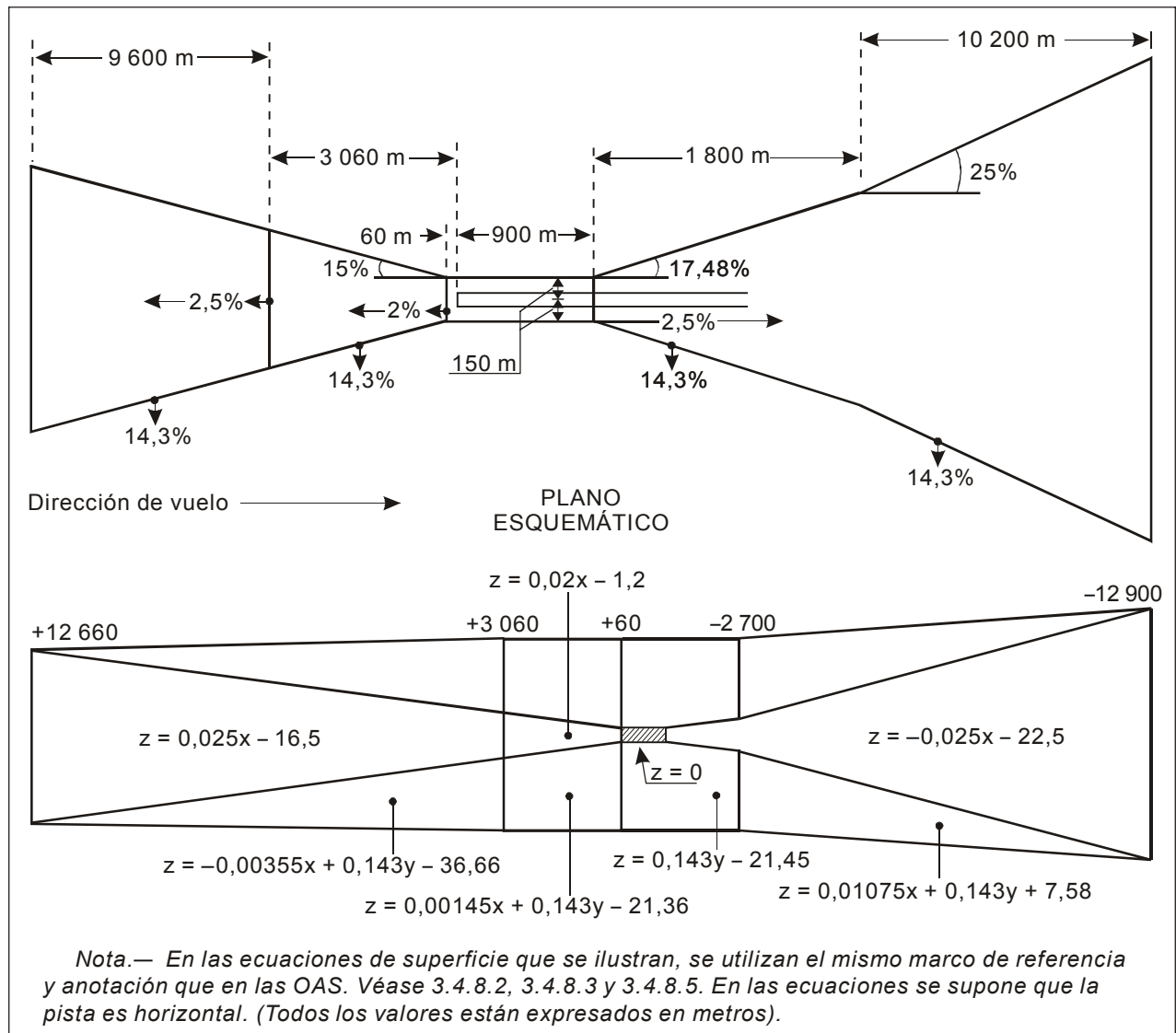


Figura II-1-3-8. Ecuaciones de superficie — superficies ILS básicas

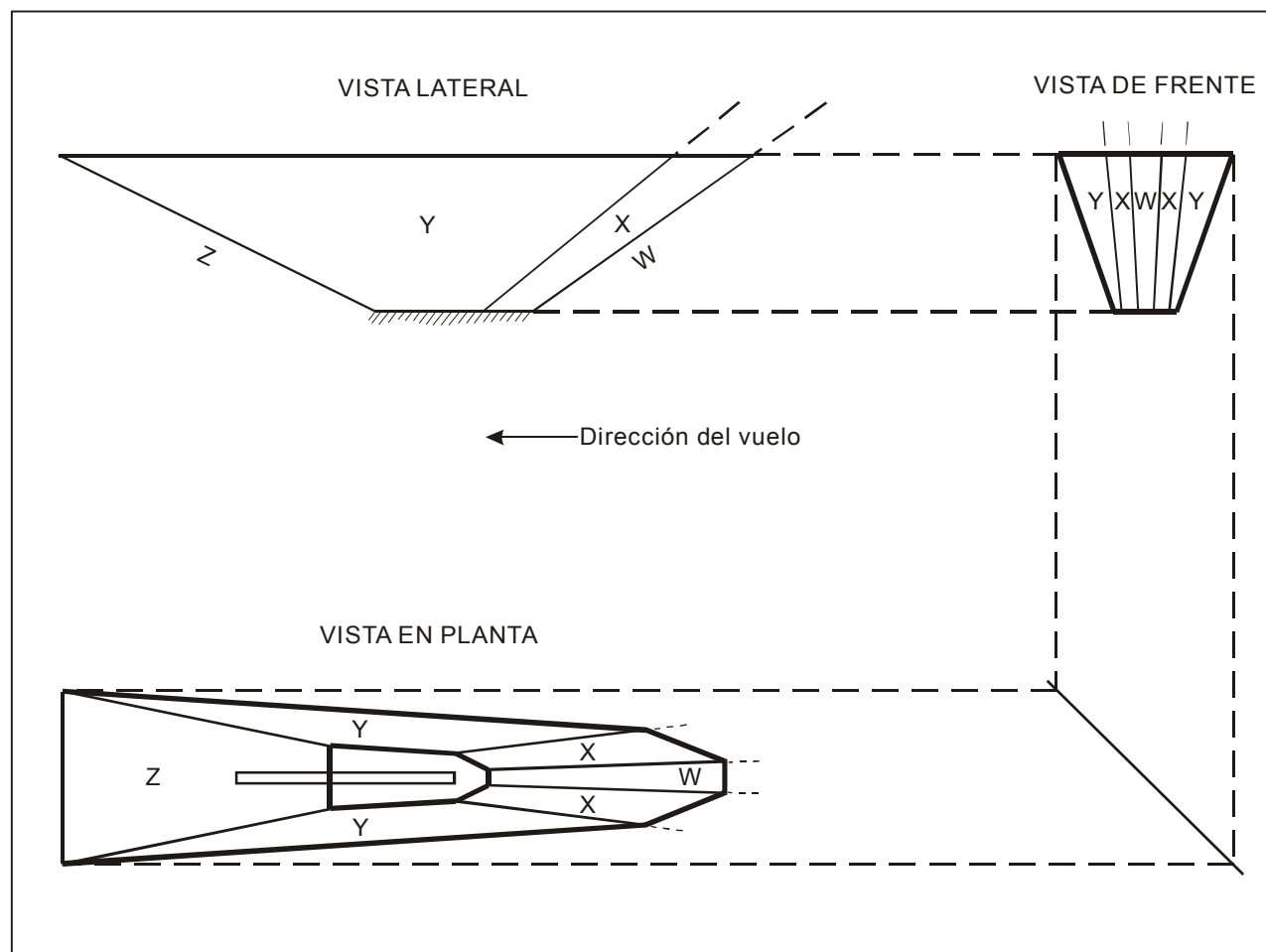
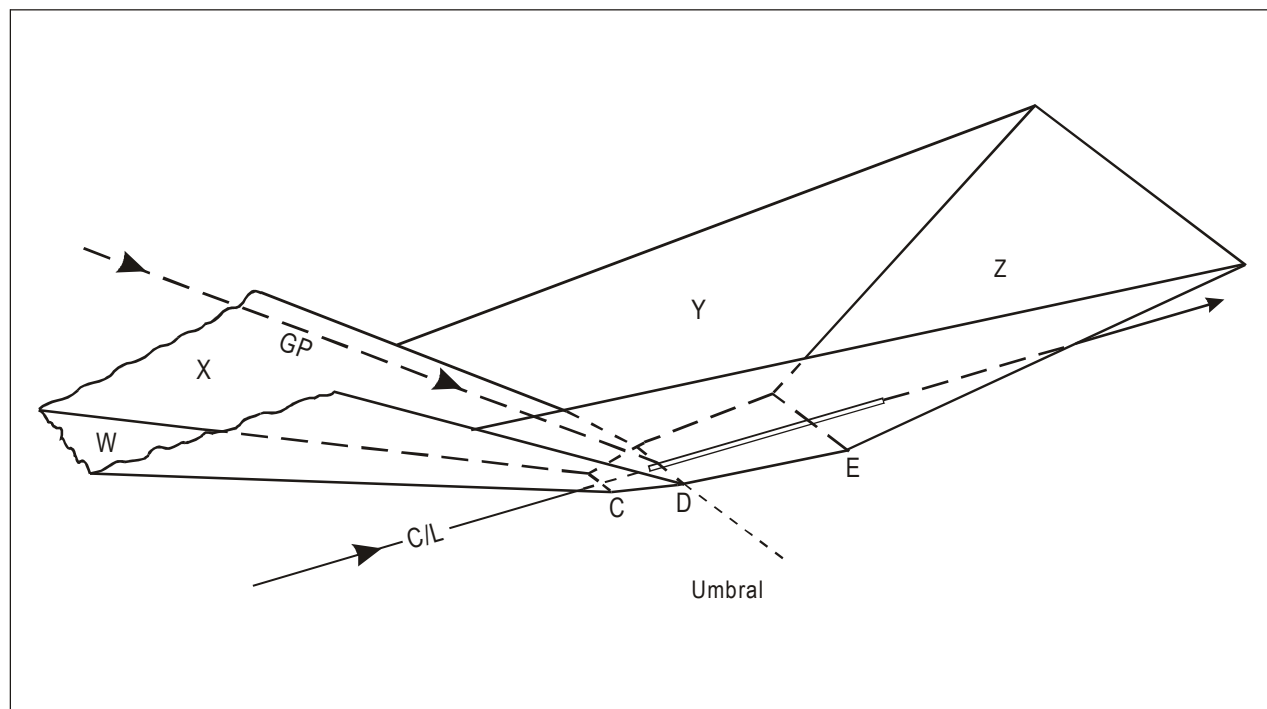
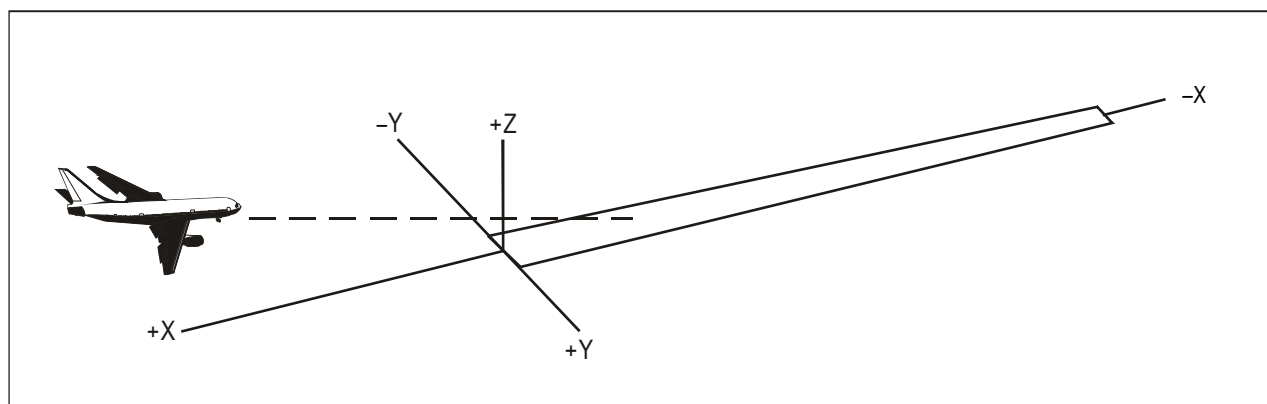


Figura II-1-3-9. Ilustración de las superficies ILS de evaluación de obstáculos

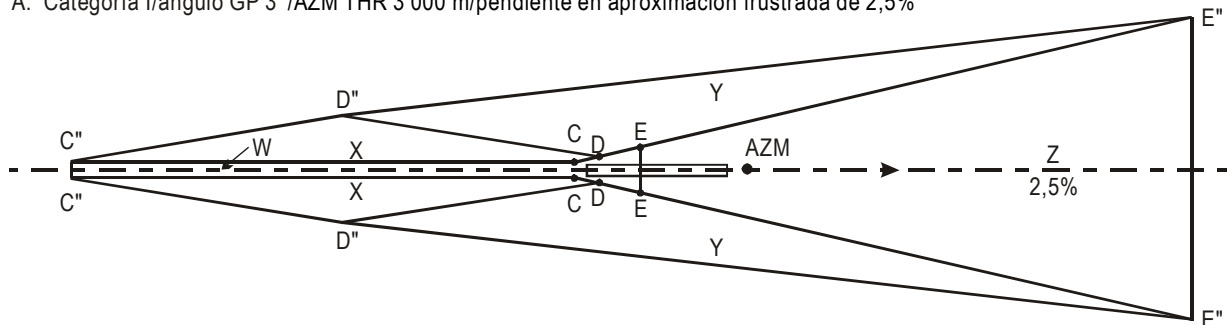


**Figura II-1-3-10. Ilustración de las superficies ILS de evaluación de obstáculos — vista en perspectiva**



**Figura II-1-3-11. Sistema de coordenadas**

A. Categoría I/ángulo GP 3°/AZM THR 3 000 m/pendiente en aproximación frustrada de 2,5%



Ecuaciones de las superficies de evaluación de obstáculos:

$$W | z = 0,0285x - 8,01$$

$$X | z = 0,027681x + 0,1825y - 16,72$$

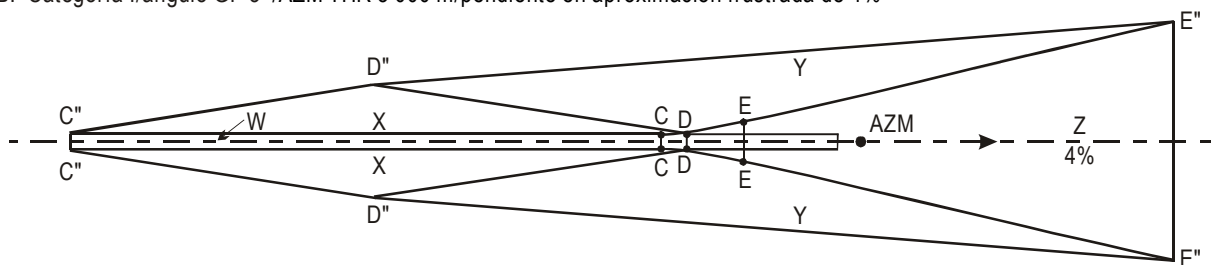
$$Y | z = 0,023948x + 0,210054y - 21,51$$

$$Z | z = -0,025x - 22,50$$

Coordenadas de los puntos C, D, E, C'', D'', E'' (m):

	C	D	E	C''	D''	E''
x	281	-286	-900	10 807	5 438	-12 900
y	49	135	205	96	910	3 001
z	0	0	0	300	300	300

B. Categoría I/ángulo GP 3°/AZM THR 3 000 m/pendiente en aproximación frustrada de 4%



Ecuaciones de las superficies de evaluación de obstáculos:

$$W | z = 0,0285x - 8,01$$

$$X | z = 0,027681x + 0,1825y - 16,72$$

$$Y | z = 0,020158x + 0,238021y - 26,37$$

$$Z | z = -0,04x - 36,00$$

Coordenadas de los puntos C, D, E, C'', D'', E'' (m):

	C	D	E	C''	D''	E''
x	281	-286	-900	10 807	5 438	-8 400
y	49	135	187	96	910	2 082
z	0	0	0	300	300	300

Figura II-1-3-12. Contornos de las OAS típicas para aeronaves de dimensiones normalizadas

**OAS**

NAVIGATION AID DATA

Approach Category

Glide path (°)  LOC THR Dist <sup>(1)</sup>  m

RDH  m Course width at THR  m

AIRCRAFT DATA

M/App CG (%)  CAT  STD ☒ Wing Semi Span  m GP Wheel / Antenna height  m

OAS constants

	A	B	C		A	B	C
W	<input type="text" value="0.028500"/>	<input type="text" value="0.000000"/>	<input type="text" value="-8.01"/>	Y	<input type="text" value="0.023948"/>	<input type="text" value="0.210054"/>	<input type="text" value="-21.51"/>
W*				Z	<input type="text" value="-0.025000"/>	<input type="text" value="0.000000"/>	<input type="text" value="-22.50"/>
X	<input type="text" value="0.027681"/>	<input type="text" value="0.182500"/>	<input type="text" value="-16.72"/>				

OAS Template coordinates -m (metres)

	X	Y
C	<input type="text" value="281"/>	<input type="text" value="49"/>
D	<input type="text" value="-286"/>	<input type="text" value="135"/>
E	<input type="text" value="-900"/>	<input type="text" value="205"/>

300 m Height

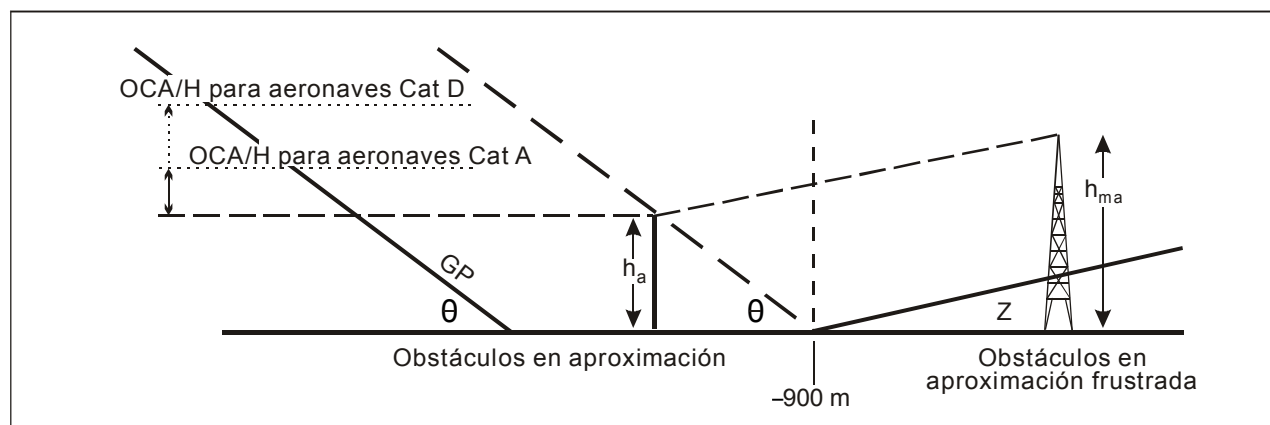
	X	Y
C"	<input type="text" value="10807"/>	<input type="text" value="96"/>
C'''		
D"	<input type="text" value="5438"/>	<input type="text" value="910"/>
E"	<input type="text" value="-12900"/>	<input type="text" value="3001"/>

OAS height calculator

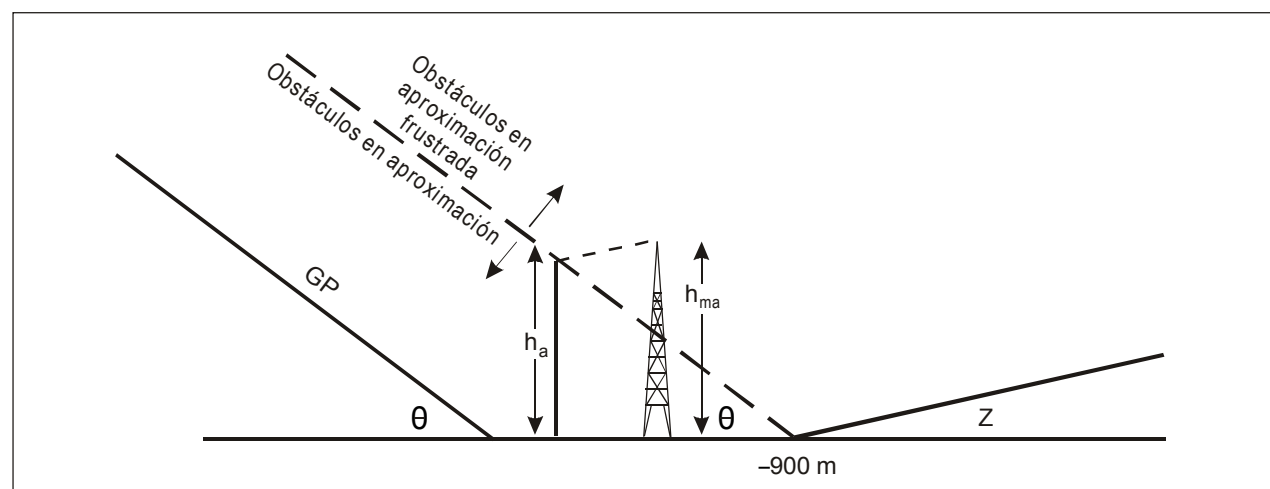
X  m Y  m Z  m

(1) For MLS read: "Azimuth antenna to THR distance"; for GBAS read: "GARP-LTP distance".

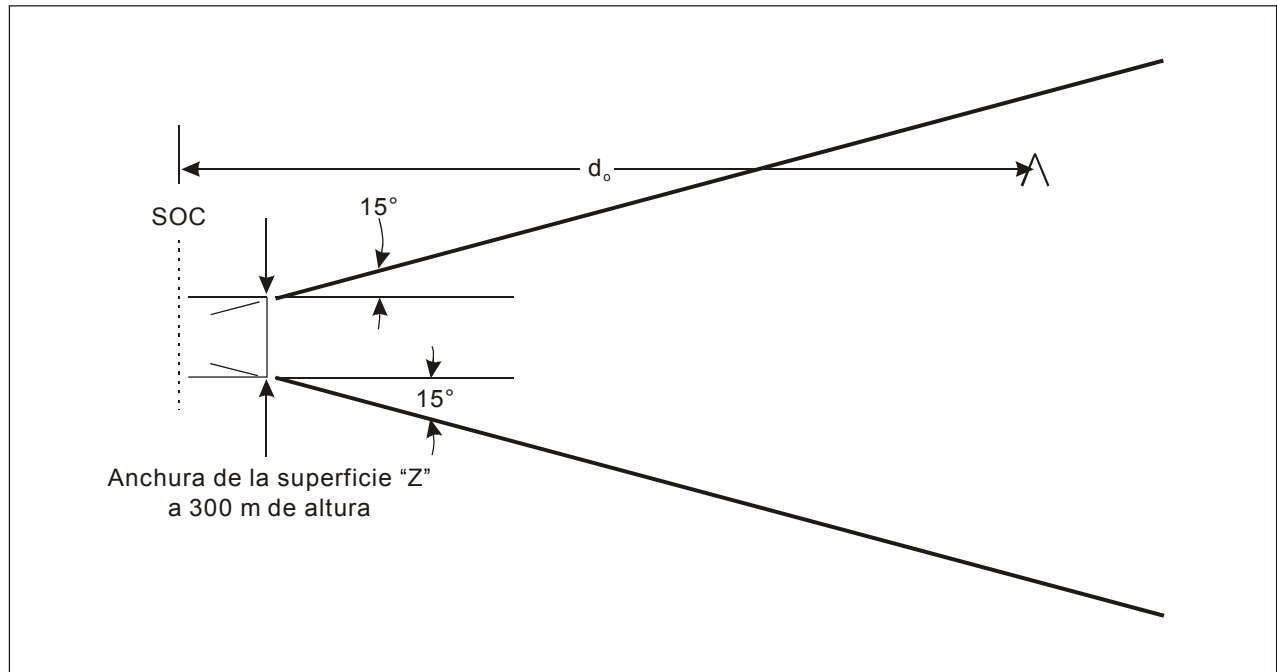
Figura II-1-3-13. Datos de salida de las OAS generados por el soporte lógico de OAS de los PANS-OPS



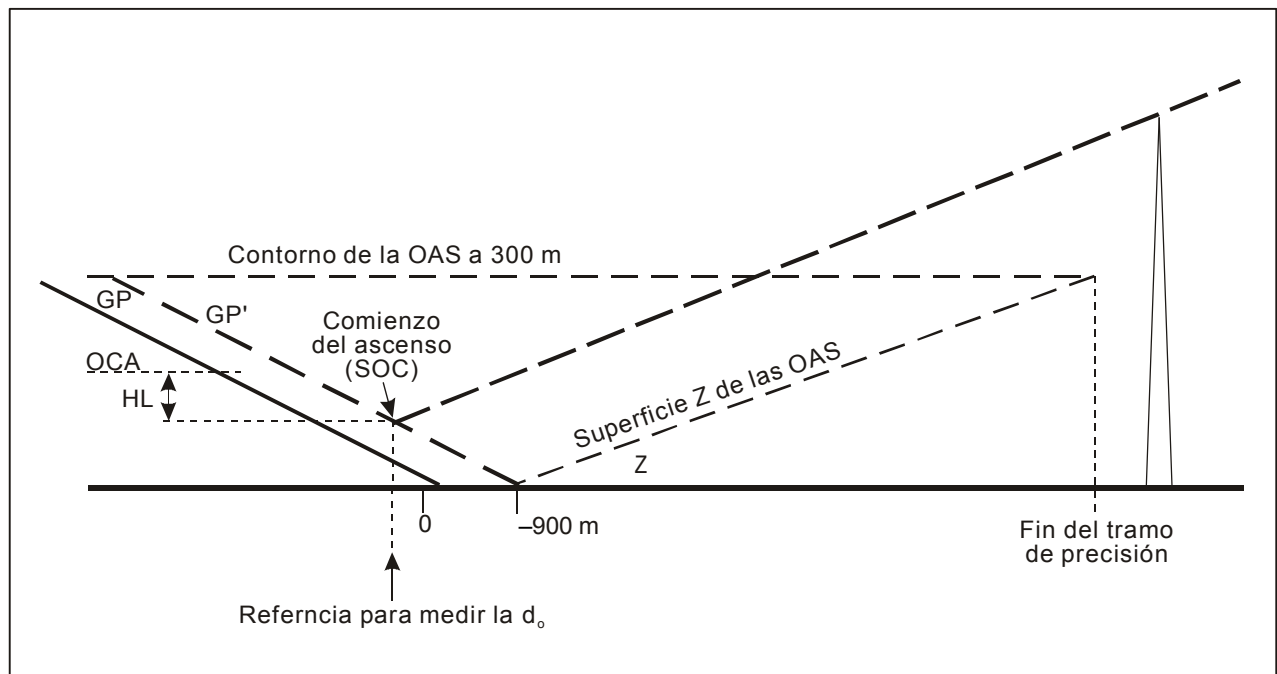
**Figura II-1-3-14. Obstáculo en aproximación frustrada después de -900 m**



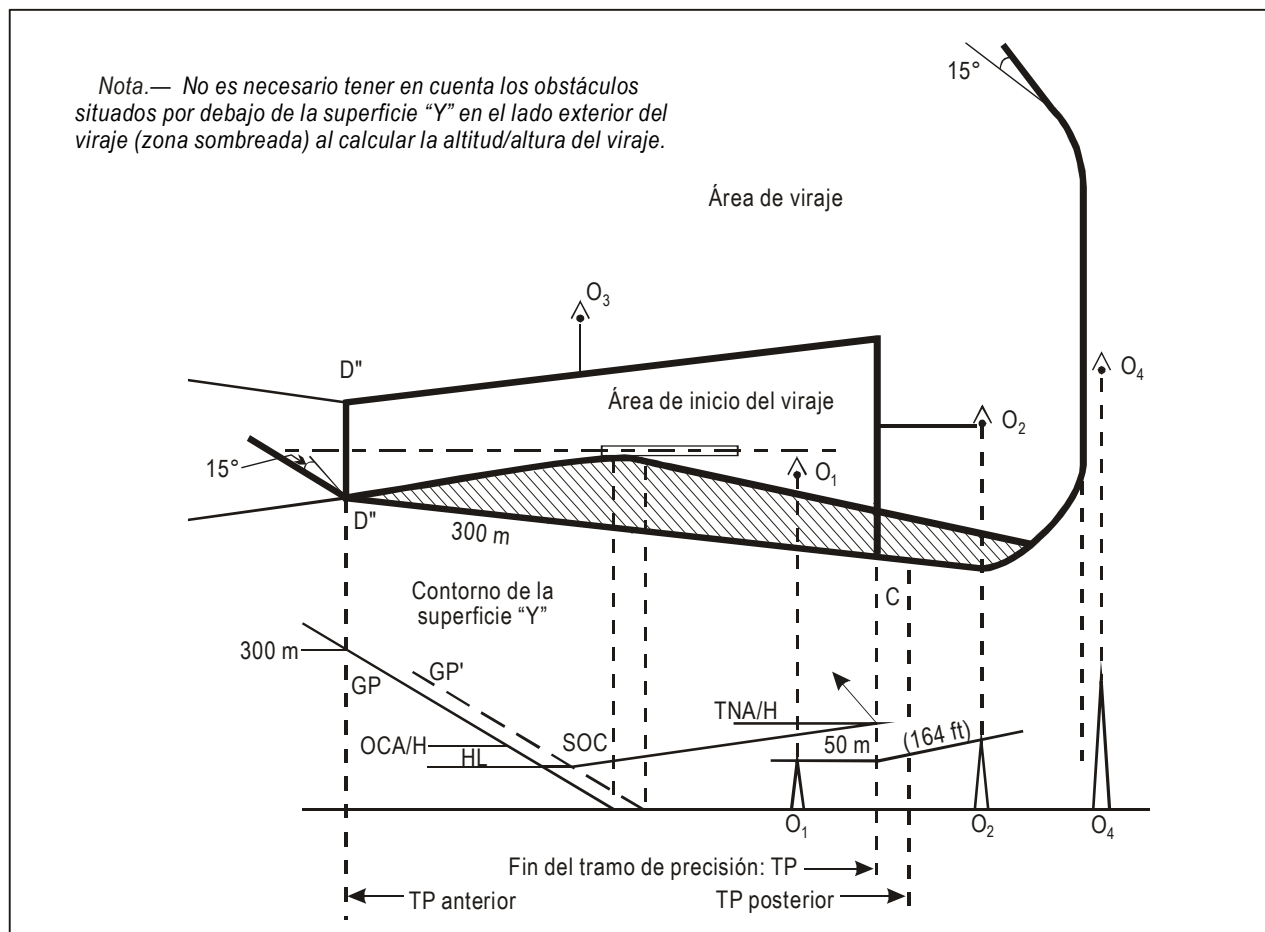
**Figura II-1-3-15. Obstáculo en aproximación frustrada antes de -900 m**



**Figura II-1-3-16. Tramo final de una aproximación frustrada en línea recta**

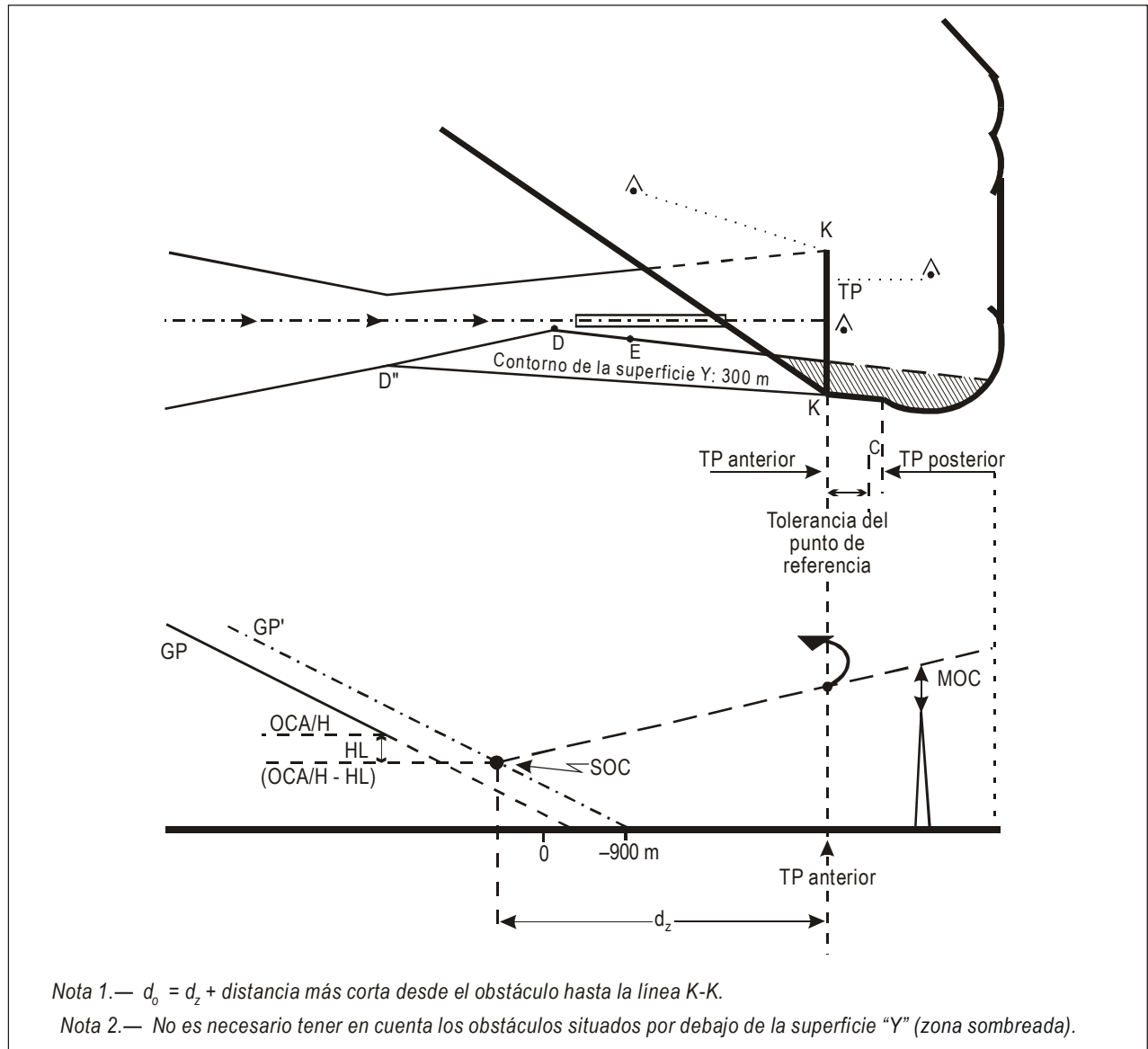


**Figura II-1-3-17. Franqueamiento de obstáculos en una aproximación frustrada en línea recta**



**Figura II-1-3-18. Viraje a una altitud designada**





**Figura II-1-3-19. Viraje en un TP designado (con punto de referencia TP)**



## **Capítulo 4**

### **MLS DESPLAZADO**

#### **4.1 USO DE MLS CAT I CON ALINEACIÓN DE AZIMUT DESPLAZADA**

4.1.1 El azimut de cero grados intersecará la prolongación del eje de la pista:

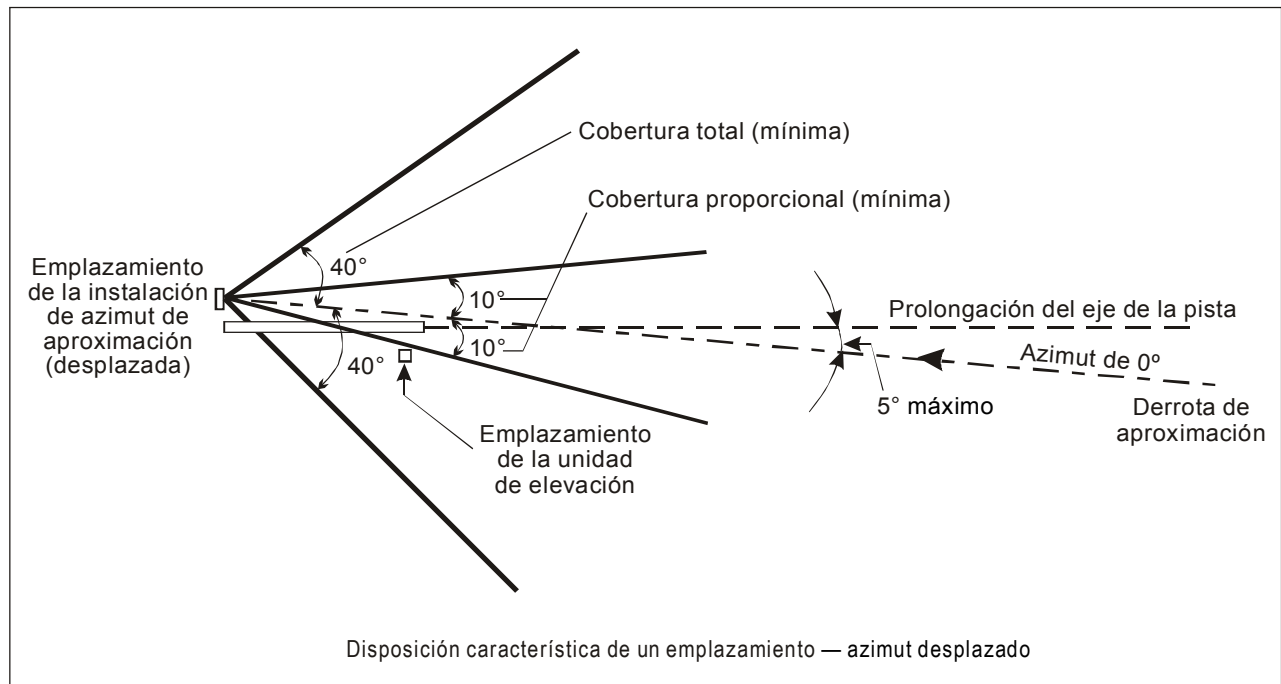
- a) en un ángulo que no exceda de 5°; y
- b) en un punto en que la trayectoria nominal de planeo (ángulo de elevación) alcance una altura de al menos 55 m (180 ft) por encima del umbral. Ésta se denomina altura de interceptación.

4.1.2 Este procedimiento se anotará como: “desplazamiento de azimut ... grados” (décimas de grado). La configuración general se ilustra en la Figura II-1-4-1.

#### **4.2 CRITERIOS DE FRANQUEAMIENTO DE OBSTÁCULOS**

Se aplican las disposiciones del Capítulo 3, salvo que:

- a) todas las superficies y cálculos de franqueamiento de obstáculos se basan en una pista ficticia alineada con el azimut especificado para la derrota de aproximación final. Esta pista ficticia tiene la misma longitud, la misma elevación del umbral y la misma distancia desde el umbral hasta el punto de interceptación que la pista real. La anchura del sector de azimut y la altura del punto de referencia de aproximación MLS se consideran en el umbral de la pista ficticia; y
- b) la OCA/H para este procedimiento tendrá como mínimo: altitud/altura de interceptación + 20 m (66 ft).



**Figura II-1-4-1. Configuraciones apropiadas de emplazamiento para la aplicación de criterios MLS**

## Capítulo 5

### PAR

*Nota.— Se toman en consideración únicamente las aproximaciones con PAR hasta una OCA/H del orden de 60 m (200 ft).*

#### 5.1 OPERACIONES EN LA FASE DE LLEGADA

Las maniobras de la fase de llegada a través de las aproximaciones inicial e intermedia a la prolongación del eje de la pista se efectuarán en principio a partir de una ayuda para la navegación en ruta o dentro de una zona con guía vectorial radar. Esta aproximación se llevará a cabo a base de derrotas predeterminadas entre determinados puntos de referencia o según las indicaciones de los controladores radar dentro de la zona con guía vectorial radar, previa identificación radar. La duración del vuelo a partir del último punto de referencia conocido debería ser suficientemente larga para garantizar la ejecución del procedimiento de identificación radar. Si no se estableciera contacto radar, o si el piloto no estuviera seguro de su posición, la aeronave debería regresar al último punto de referencia.

#### 5.2 APROXIMACIÓN INTERMEDIA

##### 5.2.1 Generalidades

La trayectoria de descenso debería interceptarse por lo menos a 4 km (2 NM) dentro de la cobertura del radar.

##### **5.2.2 Aproximación intermedia utilizando una ayuda para la navegación o un punto de referencia apropiados situados en la prolongación del eje de la pista o desplazados con respecto al mismo**

Las rutas que han de seguirse se indicarán a partir de ayudas para la navegación, puntos de referencia, derrotas predeterminadas o según las indicaciones del controlador radar, hasta interceptar la prolongación del eje de la pista, de manera que la aeronave, una vez alineada en la derrota de acercamiento, se encuentre en una posición desde la cual pueda iniciar la aproximación final. La distancia entre el punto de interceptación de la prolongación del eje de la pista y el punto de interceptación de la trayectoria de descenso debería ser suficiente para permitir que la aeronave se estabilice (en velocidad y configuración) y se alinee en la prolongación del eje de la pista antes de cortar la trayectoria de descenso.

##### 5.2.3 Longitud

La longitud óptima del tramo intermedio es de 9 km (5 NM) [Cat H, 3,7 km (2 NM)]. La longitud mínima depende del ángulo en que lo intercepte la derrota de aproximación inicial, según las especificaciones de la Tabla II-1-5-1. Estos valores mínimos deberían aplicarse únicamente cuando el espacio aéreo utilizable esté restringido.

### **5.2.4 Aproximación intermedia utilizando una ayuda para la navegación o un punto de referencia apropiados en la prolongación del eje de la pista**

Si es posible llevar a cabo una aproximación directa utilizando una instalación de este tipo en la prolongación del eje de la pista, no es necesario ningún procedimiento especial de aproximación intermedia, salvo el de identificación radar.

### **5.2.5 Aproximación intermedia sin punto de referencia**

Cuando no se disponga de ninguna ayuda para la navegación apropiada, ni de punto de referencia, para seguir los procedimientos que se indican en 5.2.2 y 5.2.4, el procedimiento:

- a) asegurará la disponibilidad de una derrota, a partir del último punto de referencia positivo, a un nivel apropiado por encima de la MDA/H para los tramos en cuestión; y
- b) permitirá la ejecución de virajes de identificación de acuerdo con las instrucciones de los servicios ATC.

## **5.3 APROXIMACIÓN FINAL**

El procedimiento asegurará que una aeronave que se encuentre en la derrota de acercamiento de la prolongación del eje de la pista pueda interceptar la trayectoria de planeo (mínimo de 2,5°, óptimo de 3,0° y máximo de 3,5°) siguiendo las instrucciones del control radar a la altitud/altura indicada en el procedimiento, que será por lo menos de 150 m (500 ft) por encima de la parte horizontal de la superficie de franqueamiento de obstáculos (OCS). (Véase la Figura II-1-5-1). Cuando el radar indica que se ha llegado a la trayectoria de descenso, éste se efectúa de conformidad con las instrucciones de los controladores radar hasta la OCA/H.

*Nota.— La expresión “superficie de franqueamiento de obstáculos” (OCS) se utiliza únicamente en los procedimientos de aproximación radar de precisión, con referencia a la aproximación final.*

## **5.4 APROXIMACIÓN FRUSTRADA**

La aproximación frustrada debería ser normalmente una derrota que en lo posible es una continuación de la derrota de aproximación final, teniendo en cuenta los obstáculos, el terreno y otros factores de los cuales depende la seguridad de la operación (véase 5.7).

## **5.5 ÁREAS DE LLEGADA Y DE APROXIMACIÓN INICIAL Y MÁRGENES DE FRANQUEAMIENTO DE OBSTÁCULOS**

### **5.5.1 Áreas de llegada y de aproximación inicial**

La anchura de las áreas de llegada y de aproximación inicial serán por lo menos de 19 km (10 NM) [9,3 km (5,0 NM) a ambos lados de la derrota predeterminada]. Cuando se disponga de ayudas para la navegación que permitan que la aeronave siga una derrota muy precisa al hacer la aproximación inicial, el valor de 9,3 km (5,0 NM) indicado anteriormente, puede reducirse a un mínimo de 5,6 km (3,0 NM). Véase la Sección 2, Capítulo 6, 6.2.2, “Procedimientos basados en derrotas predeterminadas”.

### **5.5.2 Margen de franqueamiento de obstáculos para la llegada y la aproximación inicial**

La llegada y la aproximación inicial se harán a una altitud que asegure un margen de 300 m (1 000 ft) por encima de todos los obstáculos situados en el área prevista en la Sección 2, Capítulo 6, 6.2.2, “Procedimientos basados en derrotas predeterminadas”. Sin embargo, esta altitud no debería ser inferior a la altitud a la que la aeronave interceptará la trayectoria de planeo y, si fuera necesario llevar a cabo un viraje reglamentario, esta altitud no debería ser inferior a la altitud a la que se efectúe el viraje.

## **5.6 ÁREA DE APROXIMACIÓN INTERMEDIA Y FINAL Y MÁRGENES DE FRANQUEAMIENTO DE OBSTÁCULOS**

### **5.6.1 Área combinada de aproximación intermedia y final**

5.6.1.1 Esta es un área simétrica con relación a la prolongación del eje, que se extiende a partir de un punto situado a una distancia D, calculada según 5.6.2.1 b), desde el umbral hasta el punto en que comienza la aproximación final. Normalmente, la aproximación intermedia comenzará a una distancia máxima de 28 km (15 NM) del umbral. La aproximación intermedia se transforma en aproximación final en el punto en que la aeronave intercepta la trayectoria de descenso.

5.6.1.2 El área es de una anchura constante de 600 m desde su inicio, situado a la distancia D desde el umbral (véase 5.6.2.1 b), hasta un punto situado a una distancia de 1 060 m antes del umbral. A partir de este punto, el área se ensancha un 15% a cada lado, hasta una anchura de 7,4 km (4,0 NM) a una distancia de 24 km (13 NM) del umbral; en adelante conserva su anchura constante hasta el límite exterior del área común de aproximación intermedia/final, situada normalmente a una distancia máxima de 28 km (15 NM) desde el umbral (véanse las Figuras II-1-5-2, II-1-5-3 y II-1-5-4). Cuando la superficie de aproximación prevista en el Anexo 14 penetra en las superficies de aproximación y la superficie de aproximación frustrada inicial, que se indica en la Figura II-1-5-2, se utiliza la superficie del Anexo 14 como superficie de franqueamiento de obstáculos.

*Nota 1.— Cuando la distancia D sea superior a 1 060 m se utilizará el valor de 1 060 m.*

*Nota 2.— El área combinada de aproximación intermedia y final corresponde a la prolongación del área que se especifica en el Anexo 14 para las pistas de vuelo por instrumentos.*

*Nota 3.— La longitud del área de aproximación final está limitada por la convergencia del radar.*

### **5.6.2 Márgenes de franqueamiento de obstáculos para las aproximaciones intermedia y final**

5.6.2.1 El margen mínimo para el franqueamiento de los obstáculos situados dentro de los límites de las áreas de aproximación intermedia y final será el que se especifica a continuación:

- a) a partir del comienzo de la aproximación intermedia, la superficie de franqueamiento de obstáculos estará constituida por un plano horizontal que tenga una altura igual a la del obstáculo más elevado del área de aproximación intermedia, hasta el punto en que esta superficie corte el plano que se describe en b); el margen de franqueamiento de obstáculos por encima de este plano no será inferior a 150 metros (500 pies) hasta el punto en que la superficie de franqueamiento de obstáculos corte el plano que se describe en b); y

- b) a continuación, dentro del área de aproximación final, la superficie de franqueamiento de obstáculos estará contenida en un plano inclinado con un ángulo que no exceda de  $0,6 \theta$ . Este plano corta el plano horizontal que pasa por el umbral siguiendo una línea perpendicular al eje de la pista, a una distancia  $D$  antes del umbral, donde:

$$D = \frac{30}{\tan 0,6 \theta} - \frac{H}{\tan \theta} \quad (D \text{ y } H \text{ en metros})$$

o

$$D = \frac{98}{\tan 0,6 \theta} - \frac{H}{\tan \theta} \quad (D \text{ y } H \text{ en pies})$$

donde:  $\theta$  = ángulo de la trayectoria nominal de planeo;  
 $0,6 \theta$  = ángulo de trayectoria de descenso que se considera más desfavorable; y  
 $H$  = altura de la trayectoria nominal de descenso por encima del umbral.

5.6.2.2 La OCA/H de aproximación final se obtiene agregando los valores baroaltimétricos de la Sección 1, Capítulo 1, Tabla II-1-1-2 al mayor obstáculo que penetre en el plano previsto en 5.6.2.1 b), o al obstáculo más elevado del área inicial de aproximación frustrada, de ambos valores el que sea mayor. (Véase la Figura II-1-5-5). Se debe garantizar también un margen de franqueamiento de obstáculos para aproximación frustrada (véase 5.7.2.2).

## 5.7 ÁREA DE APROXIMACIÓN FRUSTRADA Y MARGEN DE FRANQUEAMIENTO DE OBSTÁCULOS

### 5.7.1 Área de aproximación frustrada

La fase inicial de la aproximación frustrada comienza en el MAPt, que se encuentra al fin del área de aproximación final (es decir, a una distancia  $D$  antes del umbral). A continuación mantiene una anchura constante de 600 m, o sea 300 m a cada lado del eje de la pista, hasta una distancia de por lo menos 900 m, pero que normalmente no excede de 1 800 m más allá del umbral. En este punto comienza la fase intermedia del área de aproximación frustrada. Esta fase consta de un área simétrica con relación a la derrota de aproximación frustrada, que se extiende una distancia suficiente para que la aeronave en ascenso, que sigue una pendiente de 2,5%, alcance una altitud a la cual pueda iniciarse un viraje importante, pueda comenzar la aceleración o los márgenes de franqueamiento de obstáculos (por ejemplo, para la fase en ruta o de espera) estén en vigor. (Véase la Parte I, Sección 4, Capítulo 6, 6.2.2, “Fase intermedia”). La anchura de la fase intermedia del área de aproximación frustrada es de 600 m hasta una distancia de 1 800 m más allá del umbral o hasta el extremo de la pista, de ambas distancias la que sea menor; luego se ensanchará con una divergencia de  $15^\circ$  a cada lado. La fase final será acorde con los criterios previstos en la Parte I, Sección 4, Capítulo 6. Cuando se proporcione guía radar efectiva durante todo el procedimiento de aproximación frustrada, la divergencia puede reducirse hasta un mínimo de  $10^\circ$ . En la Parte I, Sección 4, Capítulo 6, 6.3.2.3, figuran criterios para “Guía adicional de derrota”.

*Nota.— Para determinar el área de aproximación frustrada para una pista dada, conviene tener en cuenta las consideraciones siguientes:*

- a) como la distancia máxima de 1 800 m con relación al umbral, a la cual comienza la pendiente supuesta del 2,5%, puede ser excesivamente restrictiva para ciertos vuelos, en ese caso puede desplazarse este punto en función de las condiciones existentes; pero en ningún caso debería situarse este punto a menos de 900 m del umbral; y



- b) las divergencias angulares de 10° y 15° permiten al piloto mantener la derrota durante una aproximación frustrada, con o sin guía radar.

### 5.7.2 Margen de franqueamiento de obstáculos para la aproximación frustrada

5.7.2.1 El margen vertical mínimo por encima de todos los obstáculos situados en el área de aproximación frustrada será de 30 m (98 ft).

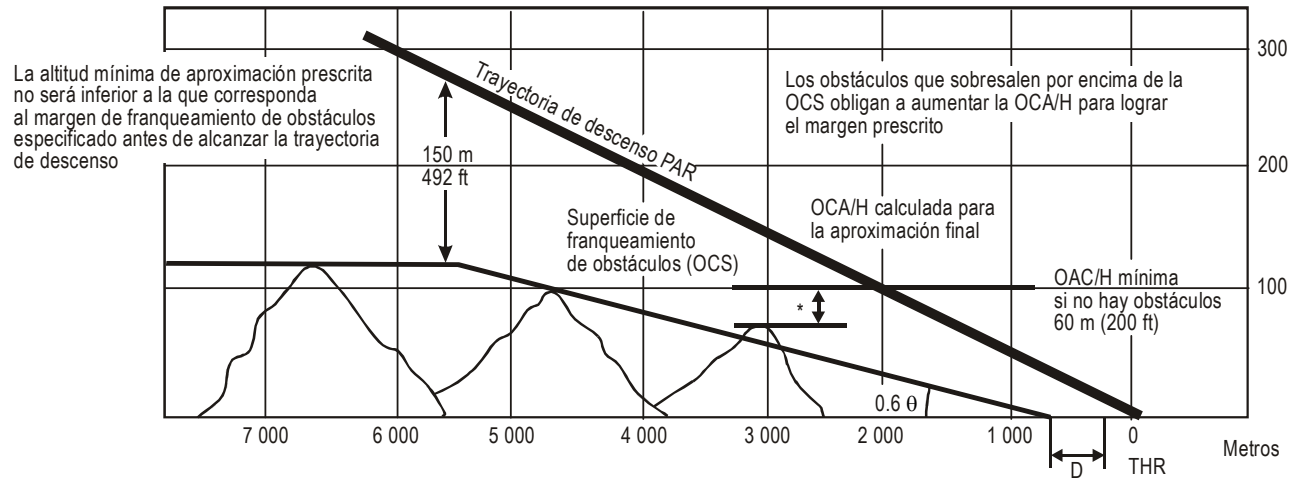
5.7.2.2 En la fase intermedia del área de aproximación frustrada, la OCA/H se determina suponiendo para el ascenso en aproximación frustrada una pendiente que permita franquear todos los obstáculos de la fase intermedia del área de aproximación frustrada con un margen mínimo de 30 m (98 ft). Esta OCA/H para la aproximación frustrada será la altura a la cual un plano inclinado 2,5%, que pase a 30 m (98 ft), por lo menos, por encima de todo objeto situado en la fase intermedia del área de aproximación frustrada, corte horizontalmente un plano vertical que sea perpendicular al eje de la pista y que esté situado al comienzo de la fase intermedia del área de aproximación frustrada. La OCA/H asegurará igualmente que, en la fase final de la aproximación frustrada, se respete el MOC. Véase la Parte I, Sección 4, Capítulo 6.

### 5.7.3 Altitud/altura de franqueamiento de obstáculos

La OCA/H publicada para el procedimiento será el mayor de los valores calculados en 5.6.3.1 y 5.7.2.1, pero no será inferior a 60 m (200 ft). Véanse las Figuras II-1-5-1 y II-1-5-5.

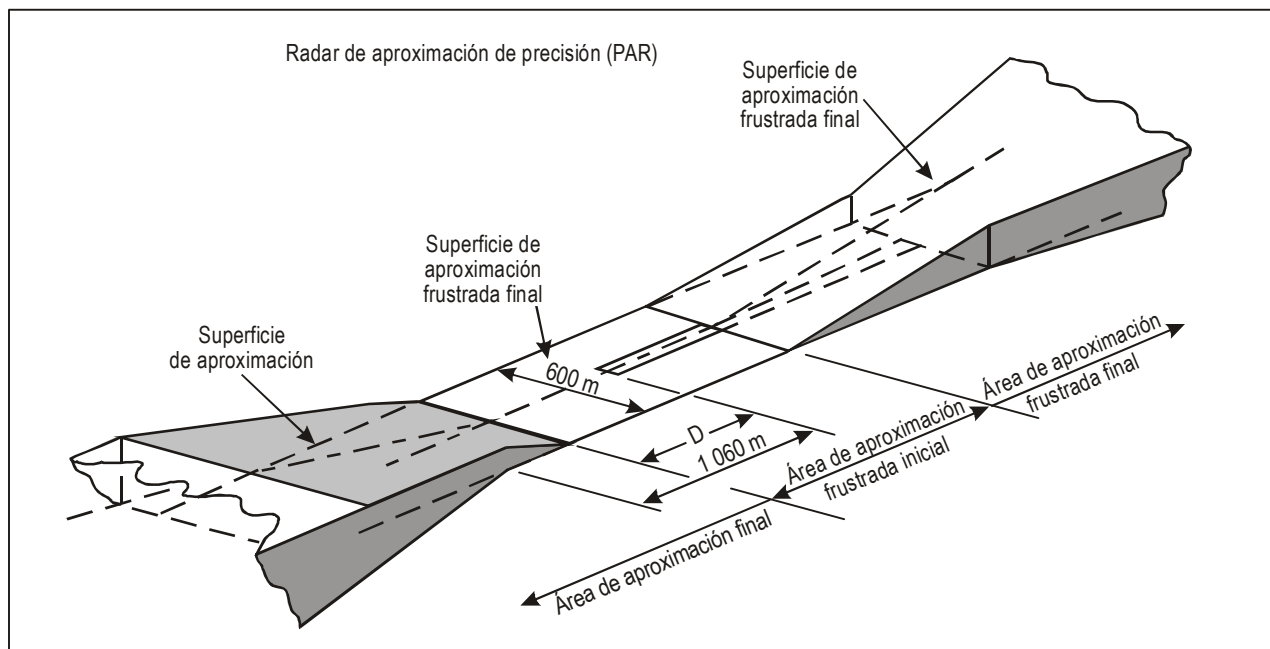
**Tabla II-1-5-1. Longitud mínima del tramo intermedio**

<i>Ángulo de interceptación del localizador (grados)</i>	<i>Distancia mínima entre los puntos de interceptación del localizador y de la trayectoria de planeo</i>	
	Cat A a E	Cat H
0 – 15	2,8 km (1,5 NM)	2,8 km (1,5 NM)
16 – 30	3,7 km (2,0 NM)	3,7 km (2,0 NM)
31 – 60	4,6 km (2,5 NM)	3,7 km (2,0 NM)
61 – 90	5,6 km (3,0 NM)	3,7 km (2,0 NM)



\* Pérdida de altura extraída de la Sección 1, Capítulo 1, Tabla II-1-1-2

**Figura II-1-5-1. Determinación de la OCA/H para la aproximación final con radar (PAR)**



**Figura II-1-5-2. Áreas y superficies de aproximación final y de aproximación frustrada**

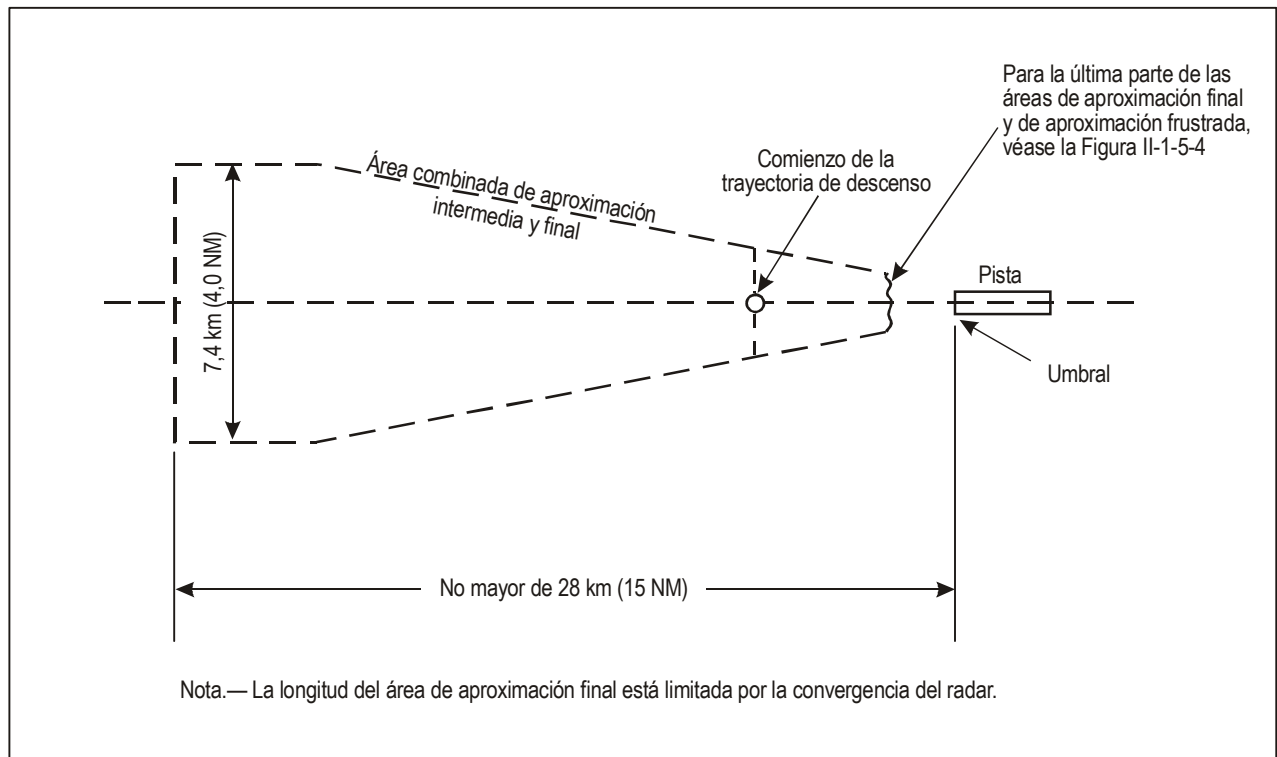


Figura II-1-5-3. Área de aproximación intermedia y aproximación de precisión radar

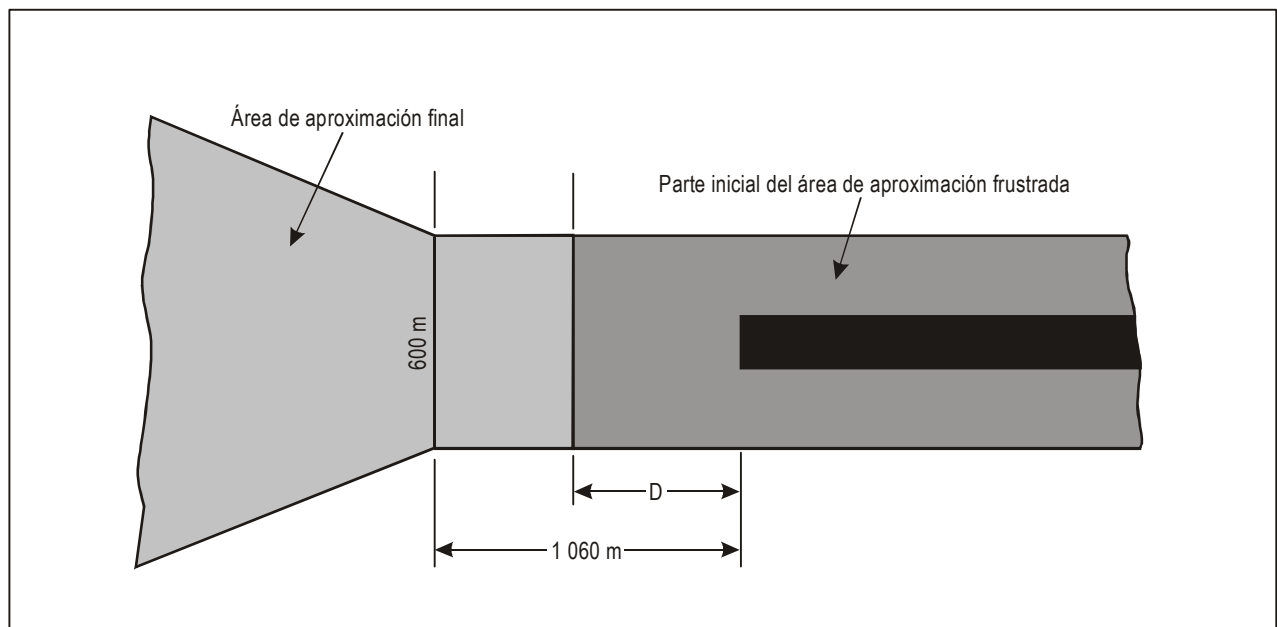
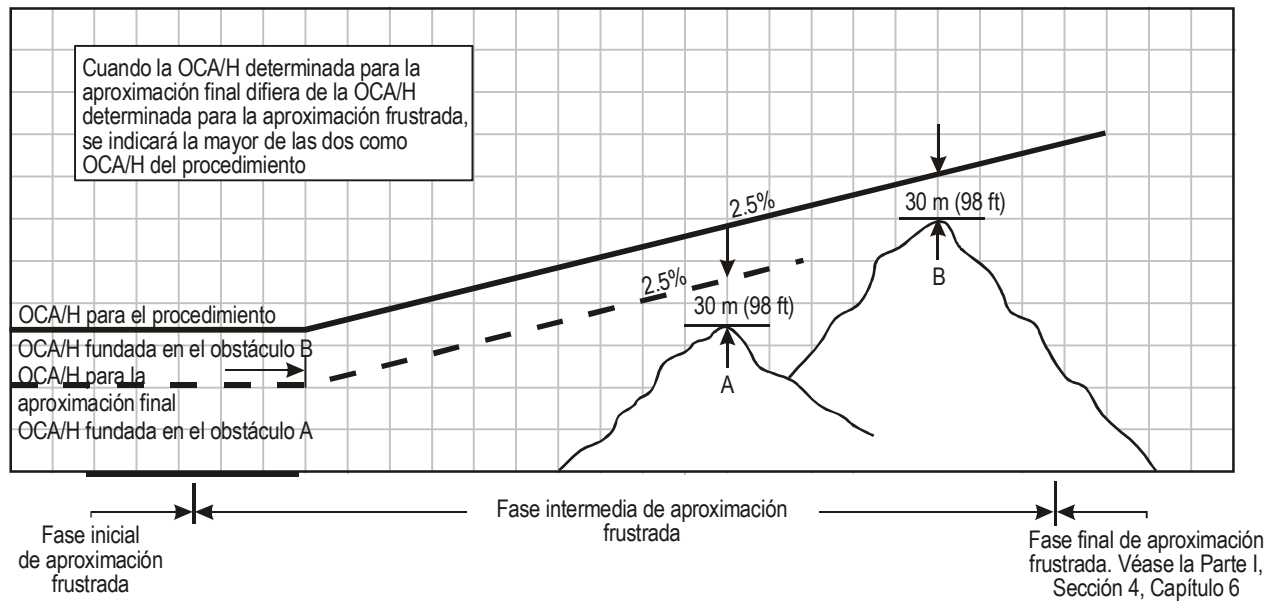


Figura II-1-5-4. Áreas de aproximación frustrada final e inicial y aproximación de precisión radar



**Figura II-1-5-5. Determinación de la OCA/H para la aproximación frustrada con radar (PAR)**

## **Sección 2**

### **APROXIMACIONES QUE NO SON DE PRECISIÓN**



# **Capítulo 1**

## **LOC ÚNICAMENTE**

### **1.1 GENERALIDADES**

El procedimiento con localizador únicamente es un procedimiento de aproximación que no es de precisión. Se aplican los criterios generales, con las excepciones siguientes.

### **1.2 APROXIMACIÓN INTERMEDIA**

El tramo de aproximación intermedia terminará en el FAF (baliza exterior o cualquier punto de referencia que cumpla los requisitos del FAF). Las anchuras del área primaria y de las áreas secundarias cumplirán los criterios especificados en la Sección 1, Capítulo 1, 1.3.4, “Anchura del área del tramo de aproximación intermedia”, remplazándose el FAP por el FAF.

### **1.3 TRAMO DE APROXIMACIÓN FINAL**

#### **1.3.1 Comienzo y fin**

El tramo de aproximación final comenzará en el FAF y terminará en el MAPt, que no estará situado más allá del umbral.

#### **1.3.2 Alineación**

En general, la antena del localizador está situada en el eje de la pista; no obstante, esto puede ser imposible en algunos casos. De ser así, la alineación de la derrota de aproximación final con el eje de la pista determina si puede o no establecerse un procedimiento de aproximación directa o de aproximación en circuito. (Véanse los criterios generales de la Parte I, Sección 4, Capítulo 5, 5.2, “Alineación”).

#### **1.3.3 Áreas**

1.3.3.1 El área de aproximación final/aproximación frustrada inicial está definida por los bordes exteriores de las superficies X de las OAS correspondientes al procedimiento ILS de la Categoría I, entre el FAF y la distancia en que estos bordes alcanzan una altura de 300 m (984 ft) por encima del nivel del umbral. Más allá de este punto, el área tendrá la misma anchura que el contorno de la superficie Y a 300 m (984 ft) (véase la Figura II-2-1-1).

1.3.3.2 Cuando no exista trayectoria de planeo, se utilizará un ángulo de trayectoria de planeo de 3° para determinar el contorno de la OAS a 300 m (984 ft).

1.3.3.3 Las superficies X e Y antes mencionadas se pueden remplazar por la superficie de aproximación y las superficies de transición prolongadas que se determinan en a) y d) de la Sección 1, Capítulo 1, 1.4.7.2, “Definición de superficies ILS básicas”.

1.3.3.4 En las áreas de aproximación final y de aproximación frustrada, las áreas limitadas por las líneas que unen los puntos D, D", E" y E se consideran como áreas secundarias.

1.3.3.5 Las áreas de aproximación final/aproximación frustrada inicial terminan al final del área de tolerancia de transición, de conformidad con los criterios generales (véase la Parte I, Sección 4, Capítulo 6; véase también la Parte I, Sección 2, Capítulo 2, 2.6.4.2, "Utilización de una radiobaliza de 75 MHz" y la Parte I, Sección 4, Capítulo 6, 6.1.6.2, "Determinación del SOC con un MAPt definido por una instalación de navegación un punto de referencia" para la utilización de balizas como puntos de aproximación frustrada).

1.3.3.6 En el caso de las aproximaciones frustradas con viraje, los criterios generales de la Parte I, Sección 4, Capítulo 6, 6.4, "Aproximación frustrada con viraje" pueden aplicarse a partir del final del área de tolerancia de transición.

1.3.3.7 El área de aproximación frustrada en línea recta se define por la anchura del contorno de la superficie Y a 300 m (984 ft) hasta el punto E" (véase la Figura II-2-1-1), más allá del cual el ensanchamiento aumenta hasta 15°.

### **1.3.4 Margen de franqueamiento de obstáculos**

El MOC es de 75 m (246 ft) en el área primaria, reduciéndose hasta cero en los bordes exteriores de las áreas secundarias. Se aplican los criterios generales, salvo que los obstáculos de las áreas secundarias subyacentes a las superficies Y de las OAS sólo se tienen en cuenta si penetran en dichas superficies, en cuyo caso el margen de franqueamiento de obstáculos requerido se determina según lo expuesto en la Parte I, Sección 2, Capítulo 1, Figura I-2-1-3 y Figura II-2-1-2. Véase la Parte I, Sección 2, Capítulo 1, 1.7, "Aumento de altitudes/alturas para zonas montañosas" con relación a altitudes/alturas más elevadas debido a terrenos montañosos.

### **1.3.5 Pendiente de descenso en un procedimiento ILS con trayectoria de planeo fuera de servicio**

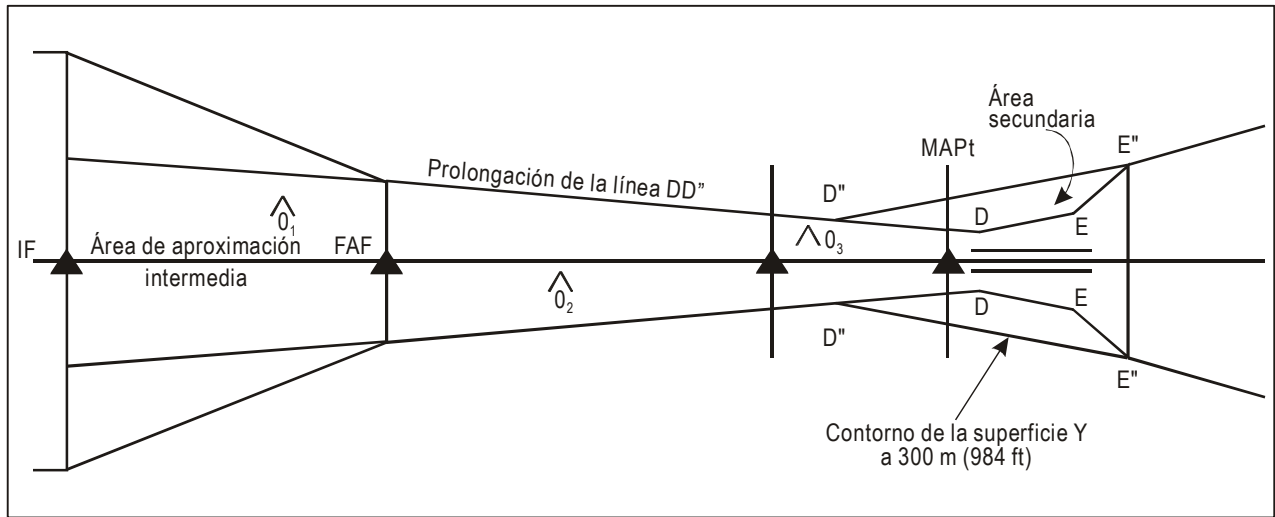
Este tipo de procedimiento está asociado a una falla de la trayectoria de planeo. Por consiguiente, de ser posible se recomienda especificar la misma pendiente de descenso, tanto para el procedimiento ILS con trayectoria de planeo fuera de servicio como para el correspondiente procedimiento ILS (véase el Anexo 4, 11.10.8.5).

### **1.3.6 Promulgación**

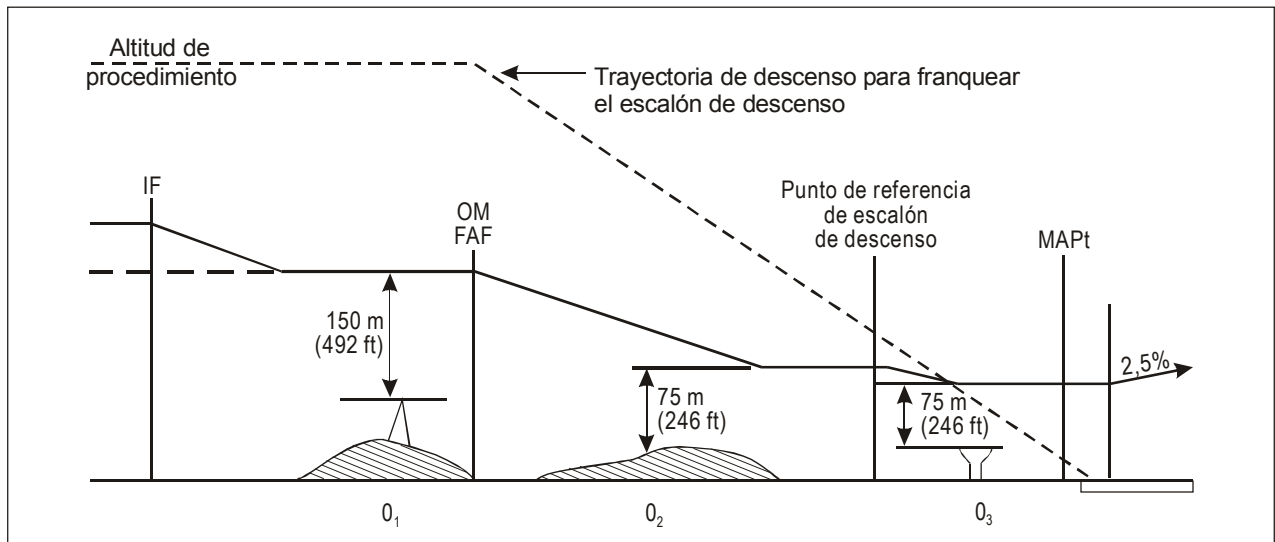
1.3.6.1 Se aplican los criterios generales de la Parte I, Sección 2, Capítulo 1, 1.11, "Promulgación". La carta de aproximación por instrumentos para un procedimiento de aproximación con localizador únicamente se identificará mediante el título LOC RWY XX. Si la aproximación con localizador únicamente se publica en la misma carta que la aproximación ILS, la carta se denominará ILS o LOC RWY XX; si se requiere DME, se indicará en una nota en la carta.

1.3.6.2 La promulgación de altitudes/alturas de procedimiento y la pendiente/ángulo de descenso para un procedimiento ILS con trayectoria de planeo fuera de servicio figura en la Parte I, Sección 4, Capítulo 5, 5.5, "Promulgación".





**Figura II-2-1-1. Procedimiento con localizador únicamente — áreas**



**Figura II-2-1-2. Procedimiento con localizador únicamente — margen de franqueamiento de obstáculos y altitud de procedimiento**



## **Capítulo 2**

### **MLS CON AZIMUT ÚNICAMENTE**

#### **2.1 GENERALIDADES**

El procedimiento con azimut únicamente es un procedimiento de aproximación que no es de precisión. Se aplican los criterios generales, con las siguientes excepciones.

#### **2.2 APROXIMACIÓN INTERMEDIA**

El tramo de aproximación intermedia terminará en el FAF (baliza exterior o cualquier punto de referencia que cumpla los requisitos del FAF). Las anchuras del área primaria y de las áreas secundarias cumplirán los criterios especificados en la Sección 1, Capítulo 3, 3.3.4, “Anchura del área del tramo de aproximación intermedia”, remplazándose el FAP por el FAF.

#### **2.3 TRAMO DE APROXIMACIÓN FINAL**

##### **2.3.1 Comienzo y fin**

El tramo de aproximación final comenzará en el FAF y terminará en el MAPt, que no estará situado más allá del umbral.

##### **2.3.2 Alineación**

En general, la antena de azimut está situada en el eje de la pista; no obstante, esto puede ser imposible en algunos casos. De ser así, la alineación de la derrota de aproximación final con el eje de la pista determina si puede o no establecerse un procedimiento de aproximación directa o de aproximación en circuito. (Véanse los criterios generales de la Parte I, Sección 4, Capítulo 5, 5.2, “Alineación”).

##### **2.3.3 Áreas**

2.3.3.1 El área de aproximación final/aproximación frustrada inicial está definida por los bordes exteriores de las superficies X de las OAS del ILS correspondientes al procedimiento MLS de Categoría I a partir del FAF y hasta la distancia en que estos bordes alcanzan una altura de 300 m (984 ft) por encima del nivel del umbral. Más allá de esta distancia, el área tendrá la misma anchura que el contorno de la superficie Y a 300 m (984 ft) (véase la Figura II-2-2-1).

2.3.3.2 Cuando no exista trayectoria de planeo, se utilizará un ángulo de trayectoria de planeo de 3° para determinar el contorno de la OAS a 300 m (984 ft).

2.3.3.3 Las superficies X e Y se pueden remplazar por la superficie de aproximación y las superficies de transición prolongadas que se determinan en a) y d) de la Sección 1, Capítulo 3, 3.4.7.2, “Definición de superficies ILS básicas”.

2.3.3.4 En las áreas de aproximación final y de aproximación frustrada, las áreas limitadas por las líneas que unen los puntos D, D", E" y E se consideran como áreas secundarias.

2.3.3.5 Las áreas de aproximación final/aproximación frustrada inicial terminan al final del área de tolerancia de transición, de conformidad con los criterios generales (véase la Parte I, Sección 4, Capítulo 6; véase también la Parte I, Sección 2, Capítulo 2, 2.6.4.2, "Utilización de una radiobaliza de 75 MHz" y la Parte I, Sección 4, Capítulo 6, 6.1.6.2, "Determinación del SOC con un MAPt definido por una instalación para la navegación o un punto de referencia" para la utilización de balizas como puntos de aproximación frustrada).

2.3.3.6 En el caso de las aproximaciones frustradas con viraje, los criterios generales de la Parte I, Sección 4, Capítulo 6, 6.4, "Aproximación frustrada con viraje" pueden aplicarse a partir del final del área de tolerancia de transición.

2.3.3.7 El área de aproximación frustrada en línea recta se define por la anchura del contorno de la superficie Y a 300 m (984 ft) hasta el punto E" (véase la Figura II-2-2-1), más allá del cual el ensanchamiento aumenta hasta 15°.

### **2.3.4 Margen de franqueamiento de obstáculos**

El MOC es de 75 m (246 ft) en el área primaria, reduciéndose hasta cero en los bordes exteriores de las áreas secundarias. Se aplican los criterios generales, salvo que los obstáculos de las áreas secundarias subyacentes a las superficies Y de las OAS sólo se tienen en cuenta si penetran en dichas superficies, en cuyo caso el margen de franqueamiento de obstáculos requerido se determina según lo expuesto en la Parte I, Sección 2, Capítulo 1, Figura I-2-1-3, y Figura II-2-2-2. Véase la Parte I, Sección 2, Capítulo 1, 1.7, "Aumento de altitudes/alturas para zonas montañosas" con relación a altitudes/alturas más elevadas debido a terrenos montañosos.

### **2.3.5 Pendiente de descenso en un procedimiento MLS con trayectoria de planeo fuera de servicio**

Este tipo de procedimiento está asociado a una falla de la trayectoria de planeo. Por consiguiente, de ser posible se recomienda especificar la misma pendiente de descenso, tanto para el procedimiento MLS con trayectoria de planeo fuera de servicio como para el correspondiente procedimiento MLS (véase el Anexo 4, 11.10.8.5).

## **2.4 PROMULGACIÓN**

2.4.1 Se aplican los criterios generales de la Parte I, Sección 2, Capítulo 1, 1.11, "Promulgación". La carta de aproximación por instrumentos para un procedimiento de aproximación con azimut únicamente se identificará mediante el título LOC RWY XX. Si la aproximación con azimut únicamente se publica en la misma carta que la aproximación MLS, la carta se denominará MLS o LOC RWY XX; si se requiere DME, se indicará en una nota en la carta.

2.4.2 La promulgación de altitudes/alturas de procedimiento y la pendiente/ángulo de descenso para un procedimiento MLS con azimut únicamente figura en la Parte I, Sección 4, Capítulo 5, 5.5, "Promulgación".

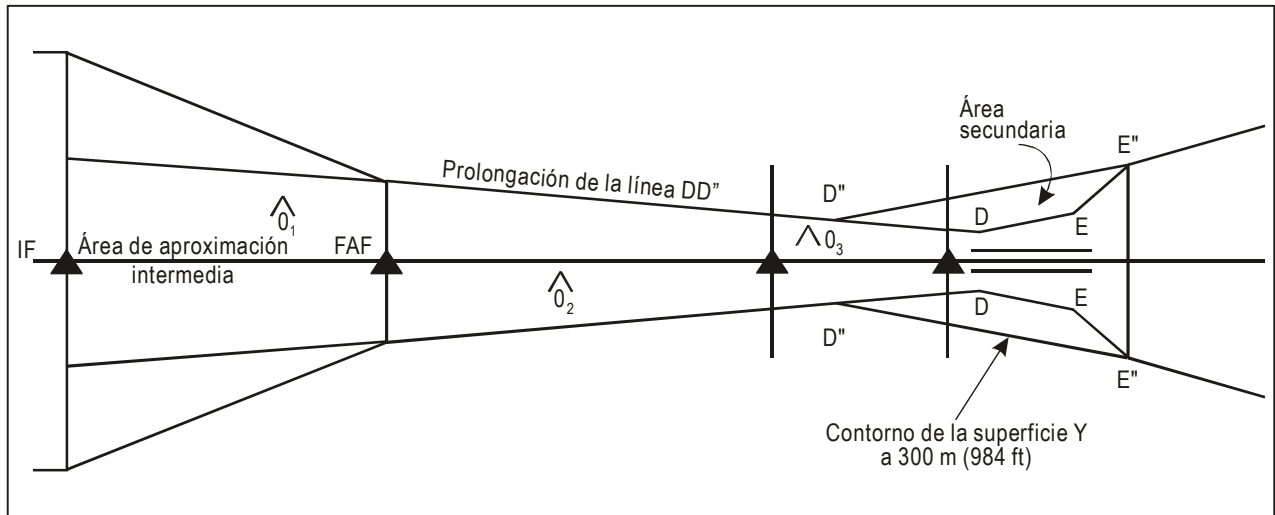


Figura II-2-2-1. Procedimiento con azimut únicamente — áreas

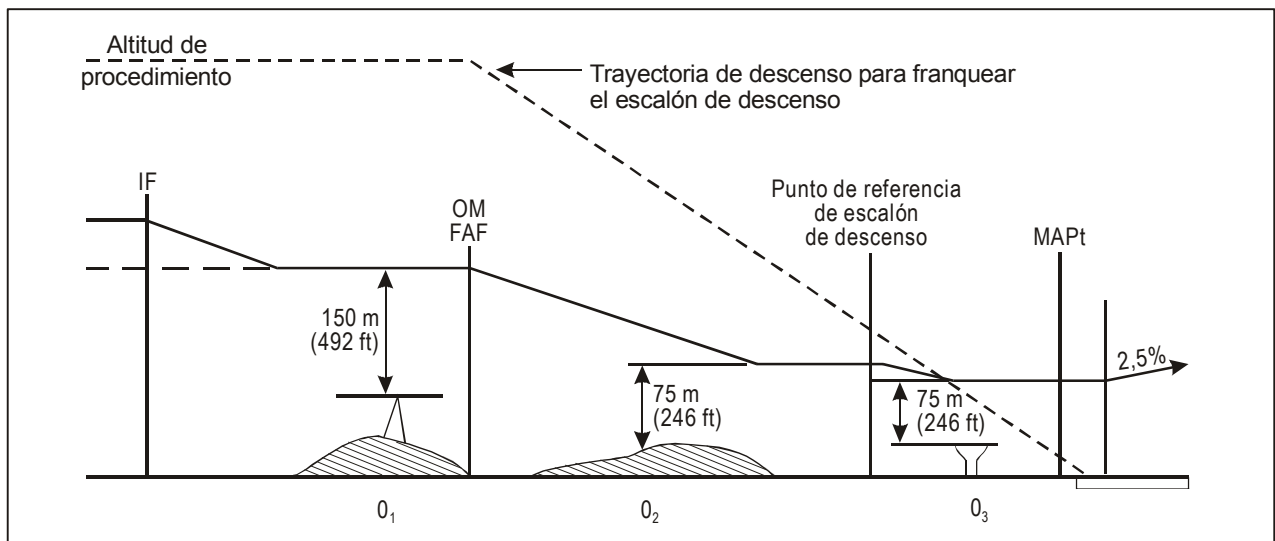


Figura II-2-2-2. Procedimiento con azimut únicamente — margen de franqueamiento de obstáculos y altitud de procedimiento



## **Capítulo 3**

### **VOR O NDB SIN FAF**

*Nota.— En un procedimiento de aproximación por instrumentos sin FAF no puede establecerse fácilmente un perfil de descenso estable de aproximación final y, en consecuencia, esto puede contribuir a perfiles de vuelo no estabilizados. Por lo tanto, no se recomienda la aplicación de los procedimientos de aproximación que figuran en este capítulo, los cuales solo deberán considerarse cuando sea necesario prestar un servicio específico a aeronaves sin equipo RNAV.*

#### **3.1 GENERALIDADES**

Este capítulo trata de criterios específicos para procedimientos basados en una instalación VOR o NDB situada en un aeródromo en el no se ha establecido un FAF. Una instalación situada en el aeródromo es una instalación ubicada a menos de 1,9 km (1,0 NM) de la parte más próxima de la superficie utilizable para el aterrizaje. Estos procedimientos deben comprender un procedimiento de inversión o de hipódromo. Se aplican los criterios generales de la Parte I, Secciones 1, 2 y 4 debidamente ampliados y modificados por lo aquí expuesto.

#### **3.2 TRAMO DE APROXIMACIÓN INICIAL**

El punto de referencia de aproximación inicial (IAF) está definido por el sobrevuelo de la instalación de navegación. La aproximación inicial es un procedimiento de inversión o de hipódromo.

#### **3.3 TRAMO INTERMEDIO**

Este tipo de procedimiento carece de tramo intermedio. La aeronave se encuentra en aproximación final una vez completado el procedimiento de inversión o de hipódromo.

#### **3.4 TRAMO DE APROXIMACIÓN FINAL**

##### **3.4.1 Generalidades**

La aproximación final comienza en el punto donde el procedimiento de inversión o de hipódromo intersecta la derrota de aproximación final en acercamiento.

##### **3.4.2 Alineación**

La alineación de la derrota de aproximación final con el eje de la pista determina si puede o no establecerse un procedimiento de aproximación directa o de aproximación en circuito (véase la Parte I, Sección 4, Capítulo 5, 5.2, “Alineación”).

### 3.4.3 Área

3.4.3.1 La Figura II-2-3-1 ilustra las áreas primaria y secundaria de aproximación final. El área está centrada longitudinalmente en la derrota de aproximación final. Para los procedimientos VOR o NDB en un aeródromo donde no exista FAF, debe llevarse a cabo un procedimiento de inversión o de hipódromo antes de la aproximación final y el área de aproximación final se extenderá hasta el límite más alejado del área correspondiente al procedimiento de inversión o de hipódromo.

#### 3.4.3.2 Área VOR

El área de aproximación final mide 3,7 km (2,0 NM) de ancho en la instalación y se ensancha con un ángulo de 7,8° a cada lado. Un área secundaria cuya anchura es igual al 25% de la anchura total se extiende a ambos lados del área primaria, la cual representa un 50% del área total (véase la Parte I, Sección 2, Capítulo 1, 1.2, “Áreas”).

#### 3.4.3.3 Área NDB

El área mide 4,6 km (2,5 NM) de ancho en la instalación y se ensancha con un ángulo de 10,3° a cada lado. Un área secundaria cuya anchura es igual al 25% de la anchura total, se extiende a ambos lados del área primaria, la cual representa un 50% del área total (véase la Parte I, Sección 2, Capítulo 1, 1.2, “Áreas”).

### 3.4.4 Margen de franqueamiento de obstáculos

#### 3.4.4.1 Aproximación directa

El margen mínimo de franqueamiento de obstáculos en el área primaria es de 90 m (295 ft). En el área secundaria se preverá un margen de franqueamiento de obstáculos de 90 m (295 ft) en el borde interior, que se reducirá progresivamente hasta cero en el borde exterior.

#### 3.4.4.2 Aproximación en circuito

3.4.4.2.1 El margen de franqueamiento de obstáculos en el área de maniobras visuales (en circuito) se ajustará a lo previsto en la Parte I, Sección 4, Capítulo 7, Tabla I-4-7-3 [para el cálculo de la OCA/H véase también la Parte I, Sección 4, Capítulo 5, 5.4.4, “OCA/H para maniobras visuales (en circuito)”].

3.4.4.2.2 La aproximación en circuito no se prescribe para el caso de los helicópteros. Si la alineación de la derrota de aproximación final no responde a los criterios de aterrizaje directo, el helicóptero debe maniobrar visualmente para interceptar el eje de la FATO. Idealmente, la derrota debería alinearse con el centro de la FATO; en casos excepcionales, se puede alinear con un punto en el espacio.

### 3.5 PENDIENTE DE DESCENSO

La pendiente de descenso es función del tiempo especificado para el procedimiento de inversión o de hipódromo. Los criterios de la Parte I, Sección 4, Capítulo 3, 3.7.1, “Generalidades” se aplican al tramo inicial. Las velocidades de descenso en la fase de aproximación final figuran en la Parte I, Sección 4, Capítulo 5, 5.3, “Pendiente de descenso”.



### 3.6 USO DEL PUNTO DE REFERENCIA DE ESCALÓN DE DESCENSO

Está permitido el uso de un punto de referencia de escalón de descenso (Parte I, Sección 2, Capítulo 2, 2.7.3). Cuando se disponga de un punto de referencia de escalón de descenso, el margen de franqueamiento de obstáculos podrá reducirse a 75 m (246 ft) de distancia entre el punto de referencia de escalón de descenso y el MAPt. Véase la Figura II-2-3-2.

### 3.7 PUNTO DE APROXIMACIÓN FRUSTRADA (MAPt)

El MAPt está situado en la instalación o está definido por un punto de referencia adecuado. El área de aproximación frustrada comenzará en el MAPt.

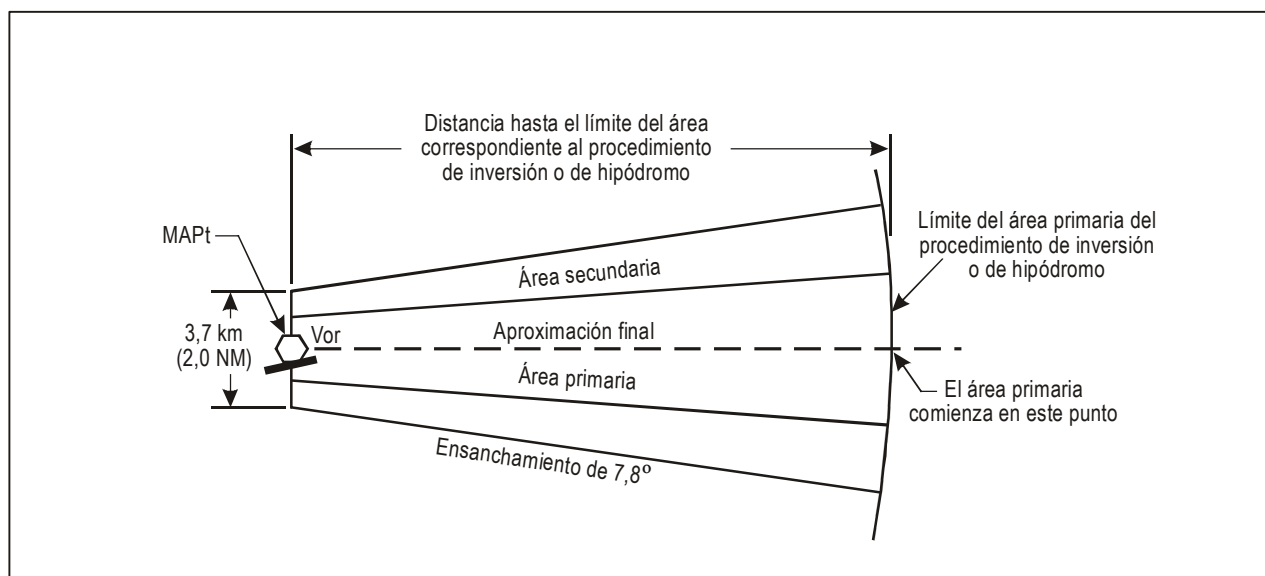
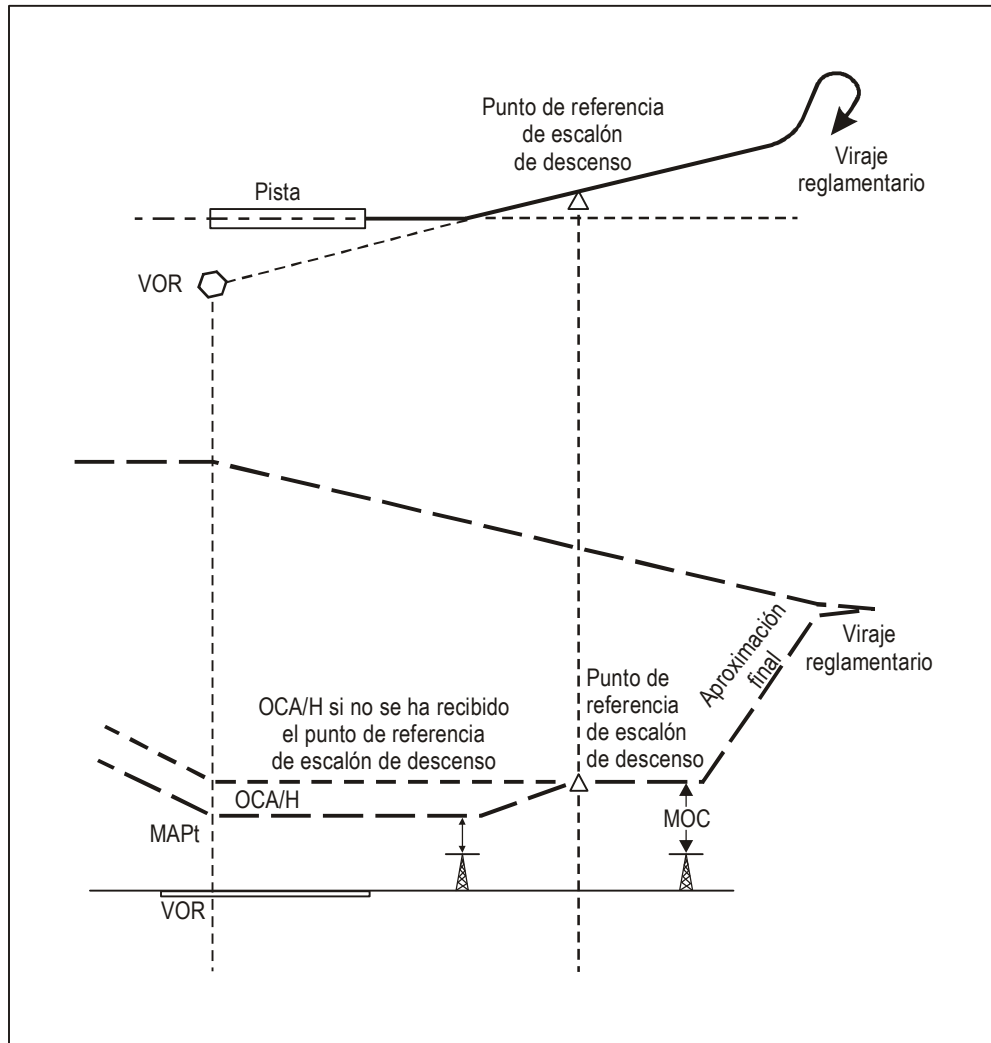


Figura II-2-3-1. Área de aproximación final (VOR)



**Figura II-2-3-2. Punto de referencia de escalón de descenso con doble OCA/H**

## **Capítulo 4**

### **VOR O NDB CON FAF**

#### **4.1 GENERALIDADES**

Este capítulo trata de criterios específicos para procedimientos basados en una instalación VOR o NDB en la que se ha incorporado un FAF. Se aplican los criterios generales de la Parte I, Secciones 1, 2 y 4 debidamente ampliados y modificados por lo aquí expuesto.

#### **4.2 TRAMO DE APROXIMACIÓN INICIAL**

Se aplican los criterios generales de la Parte I, Sección 4, Capítulo 3.

#### **4.3 TRAMO DE APROXIMACIÓN INTERMEDIA**

Se aplican los criterios generales de la Parte I, Sección 4, Capítulo 4.

#### **4.4 TRAMO DE APROXIMACIÓN FINAL**

4.4.1 La aproximación final puede efectuarse “desde” o “hacia” el VOR. El tramo de aproximación final comienza en el FAF y termina en el MAPt. Véanse las Figuras II-2-4-1, II-2-4-2 y II-2-4-3 en cuanto a tramos de aproximación característicos.

##### **4.4.2 Alineación**

La alineación de la derrota de aproximación final con el eje de la pista determina si puede o no establecerse un procedimiento de aproximación directa o únicamente de aproximación en circuito. (Véase la Parte I, Sección 4, Capítulo 5, 5.2, “Alineación”).

##### **4.4.3 Pendiente de descenso**

4.4.3.1 Se aplican los criterios de pendiente de descenso de la Parte I, Sección 4, Capítulo 5, 5.3, “Pendiente de descenso”.

4.4.3.2 *Perfil de descenso con DME.* Cuando un DME se encuentra convenientemente ubicado, podrá utilizarse para determinar la relación distancia/altura del ángulo de trayectoria de descenso necesaria para facilitar la técnica CDFA. Esta información puede publicarse en la carta de aproximación correspondiente, preferiblemente en incrementos de 2 km (1 NM).

##### **4.4.4 Área**

4.4.4.1 El área considerada para el franqueamiento de obstáculos en el tramo de aproximación final comienza en el FAF y termina en el MAPt. Esta área constituye una parte de un trapecio de 37 km (20 NM) [NDB: 28 km (15 NM)] de

longitud, compuesto por las áreas primaria y secundaria. El área se extiende simétricamente a ambos lados de la derrota de aproximación final. Su anchura es de 3,7 km (2,0 NM) en la instalación y se ensancha uniformemente en un ángulo de 7,8° (NDB: 10,3°) a cada lado del área hasta 37 km (20 NM) desde el VOR [28 km (15 NM) del NDB]. A cada lado del área primaria, que representa el 50% del total, se extiende un 25% exterior que constituye el área secundaria.

4.4.4.2 Pueden efectuarse aproximaciones finales en aeródromos que se encuentren como máximo a 37 km (20 NM) del VOR [28 km (15 NM) del NDB]. No obstante, para fines de franqueamiento de obstáculos, solo se considerará como tramo de aproximación final la parte del trapecio de 37 km (20 NM) [NDB: 28 km (15 NM)] de largo que se encuentra entre el FAF y el MAPt. Véase la Figura II-2-4-4.

4.4.4.3 La longitud óptima del tramo de aproximación final es de 9 km (5 NM) [Cat H, 3,7 km (2 NM)]. Normalmente, la longitud máxima no debería ser de más de 19 km (10 NM). La longitud mínima (véase la Parte I, Sección 4, Capítulo 5, 5.1.3) proporcionará una distancia suficiente para que una aeronave pueda efectuar el descenso deseado y volver a alinearse en su derrota cuando se requiera efectuar un viraje en el FAF. La Tabla I-4-5-1 se usará para determinar la longitud mínima necesaria para recuperar la derrota después de hacer un viraje en el FAF.

4.4.4.4 Si el viraje en el FAF es de más de 10°, el área de aproximación final debería ampliarse del lado exterior del viraje según se indica en la Parte I, Sección 4, Capítulo 6, 6.4.6.3.3, “TP marcado por una instalación (NDB o VOR)”.

#### 4.4.5 Estación que proporciona guía de derrota

Cuando haya más de una instalación en la derrota de aproximación final, la instalación que ha de utilizarse como guía de derrota para la aproximación final se identificará claramente.

#### 4.4.6 Margen de franqueamiento de obstáculos

4.4.6.1 *Aproximación directa.* El margen mínimo de franqueamiento de obstáculos en el área primaria es de 75 m (246 ft). En el área secundaria, en el borde interior, se garantizará un margen de 75 m (246 ft) por encima de todos los obstáculos, que se reducirá progresivamente hasta cero en el borde exterior. Véase la Parte I, Sección 2, Capítulo 1, 1.7, “Aumento de altitudes/alturas para zonas montañosas”.

4.4.6.2 *Aproximación en circuito.* El margen de franqueamiento de obstáculos en el área de maniobras visuales será el descrito en la Parte I, Sección 4, Capítulo 7, “Área de maniobras visuales (en circuito)”.

### 4.5 PUNTO DE APROXIMACIÓN FRUSTRADA (MAPt)

#### 4.5.1 Instalación situada fuera del aeródromo — Aproximación directa

El MAPt está situado en un punto de la derrota de aproximación final que no está más alejado del FAF que el umbral. Véase la Figura II-2-4-4.

#### 4.5.2 Instalación situada fuera del aeródromo — Aproximación en circuito

El MAPt está situado en un punto de la derrota de aproximación final que no está más alejado del FAF que la primera parte utilizable de la superficie de aterrizaje.

#### **4.5.3 Instalación situada en el aeródromo**

El MAPt está situado en un punto de la derrota de aproximación final que no está más alejado del FAF que la instalación.

### **4.6 PROMULGACIÓN**

Se aplican los criterios generales de la Parte I, Sección 2, Capítulo 1, 1.11, “Promulgación”. La carta de aproximación por instrumentos para un procedimiento de aproximación VOR se identificará mediante el título VOR RWY XX; si se requiere DME, se indicará en una nota en la carta. Cuando se haya utilizado un DME para obtener valores mínimos inferiores, no se necesita una nota adicional debido a que esto se indicará en las casillas de mínimos. Si se utiliza un DME para definir la relación distancia/altura de un perfil de descenso, la información se publicará en la carta, preferentemente en incrementos de 2 km (1 NM). Si se publican cartas de aproximación independientes para diferentes categorías de aeronaves, se aplicará la regla convencional de título de procedimiento duplicado, identificándose la aproximación que tenga los valores mínimos menores como ILS RWY XX, LOC RWY XX, VOR Z RWY XX, NDB Y RWY XX, etc. Se incluirá una nota en la carta especificando las categorías de aeronaves aplicables.

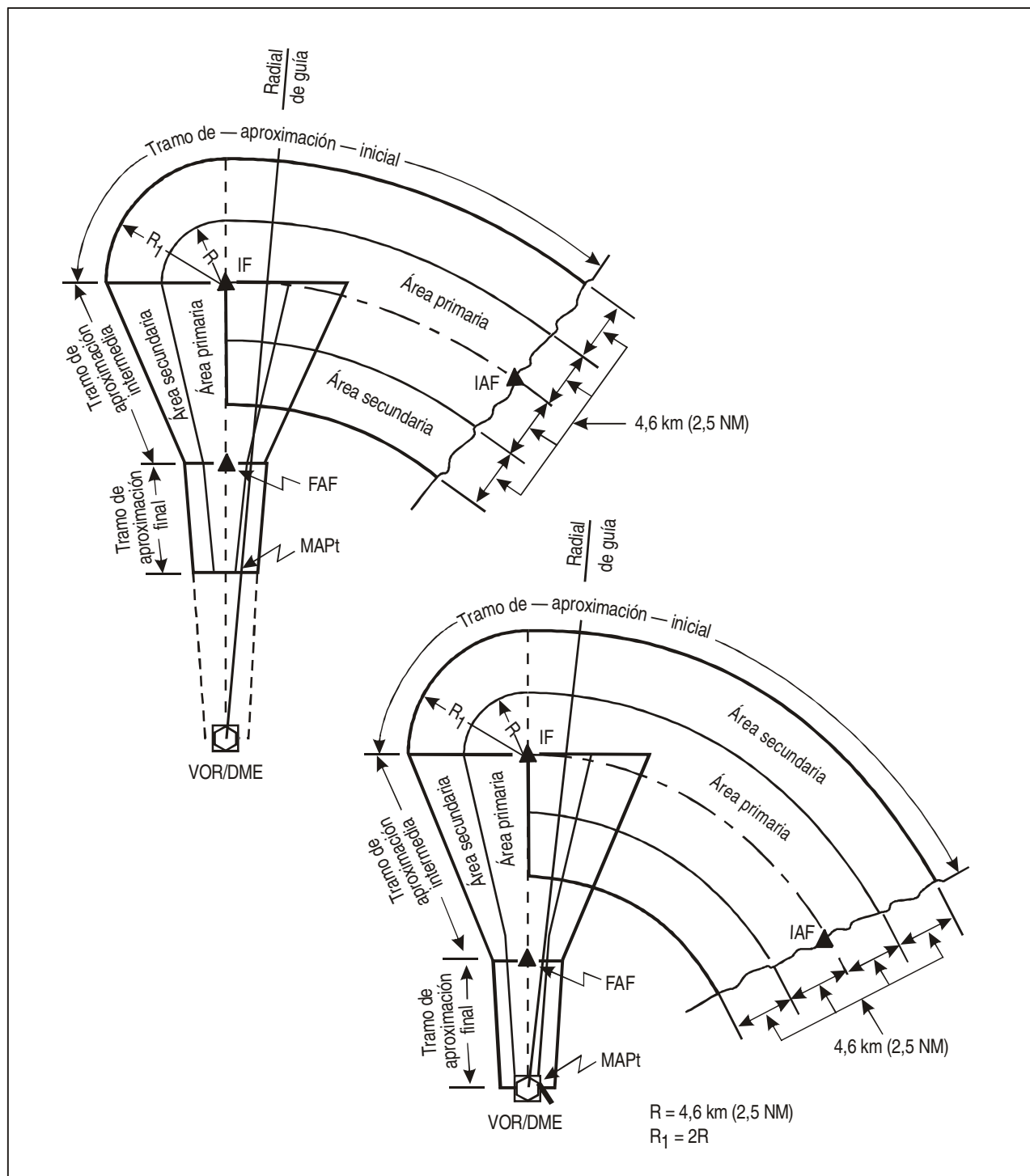


Figura II-2-4-1. Tramos característicos de aproximación (con arcos DME)

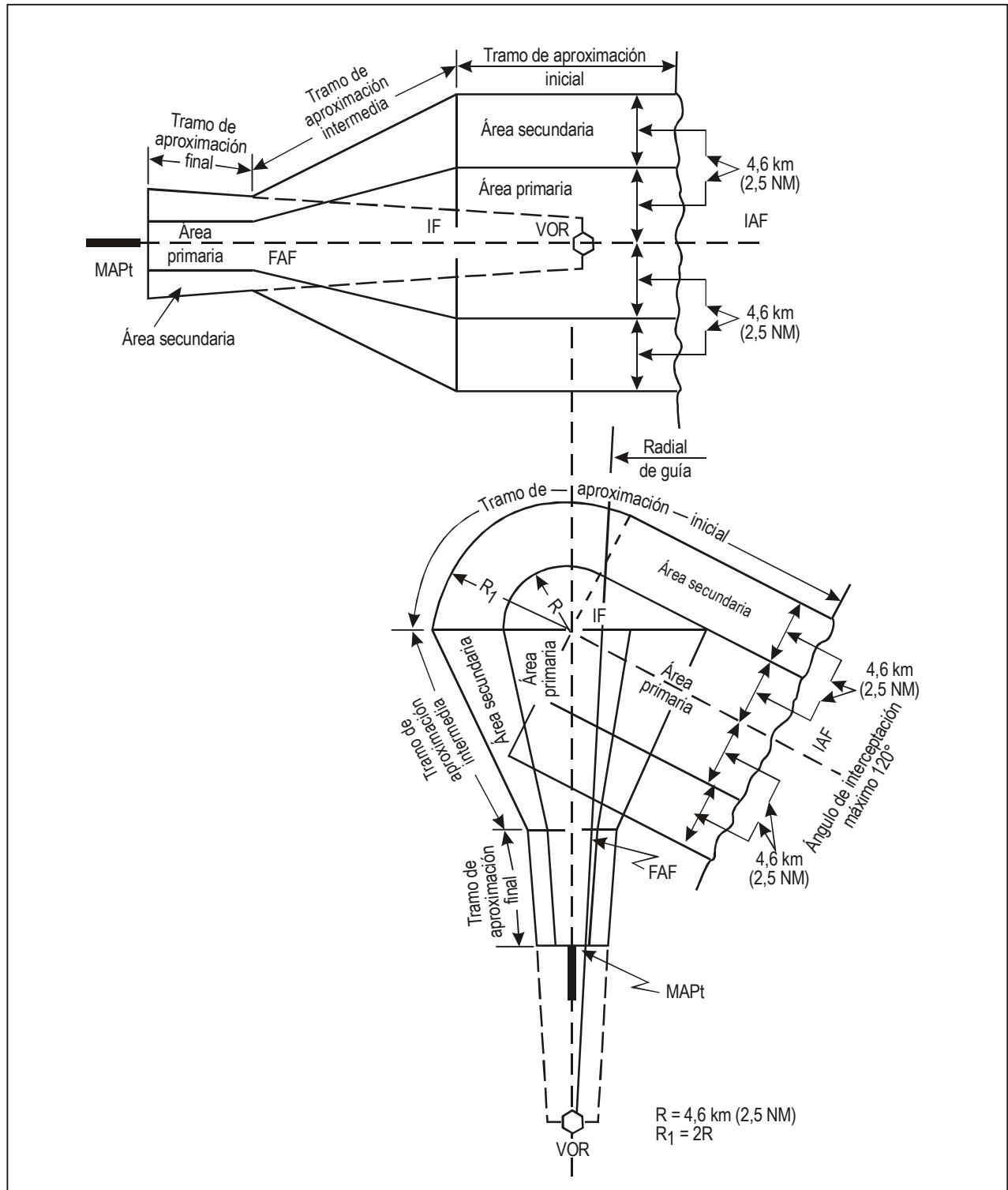
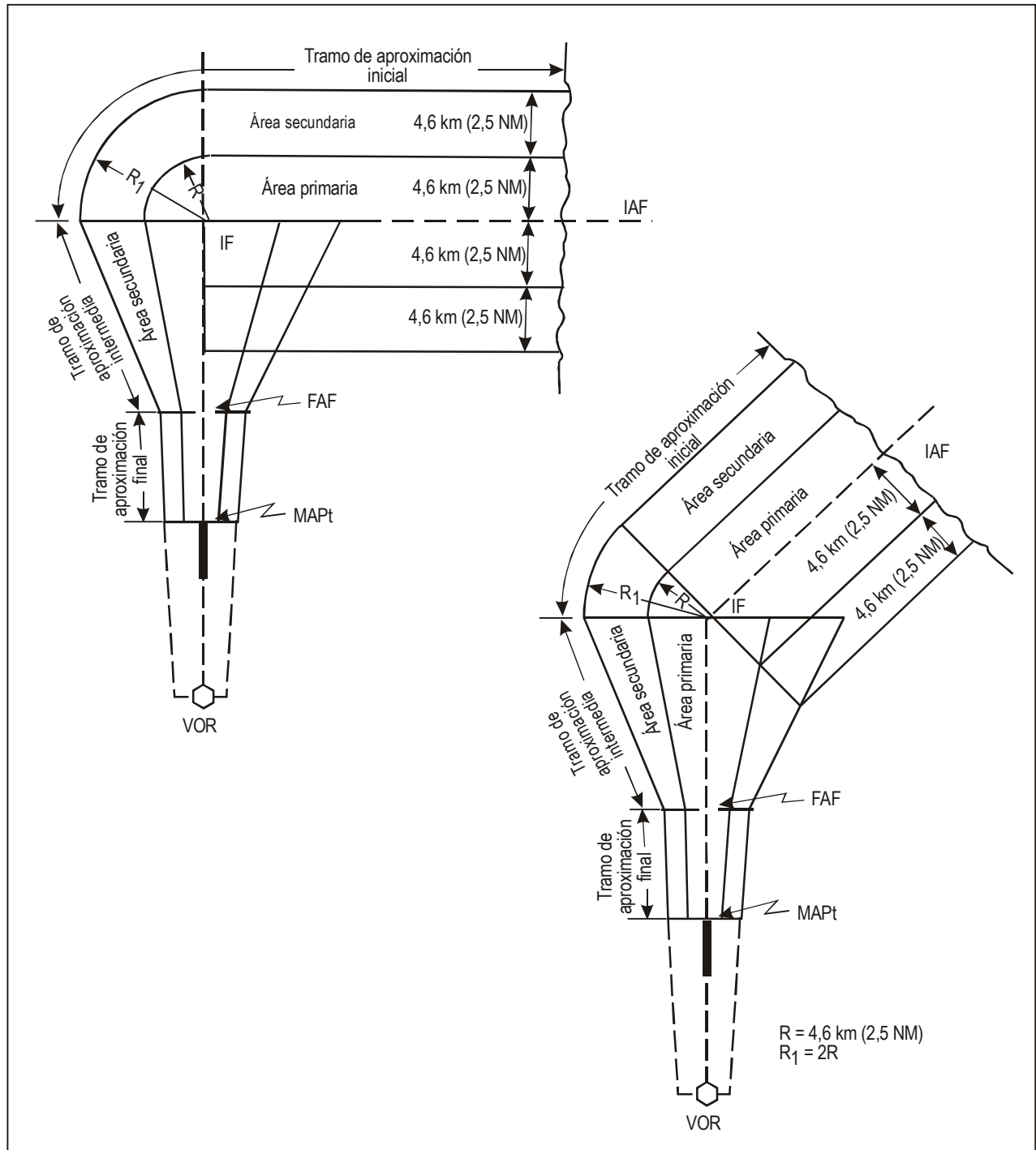
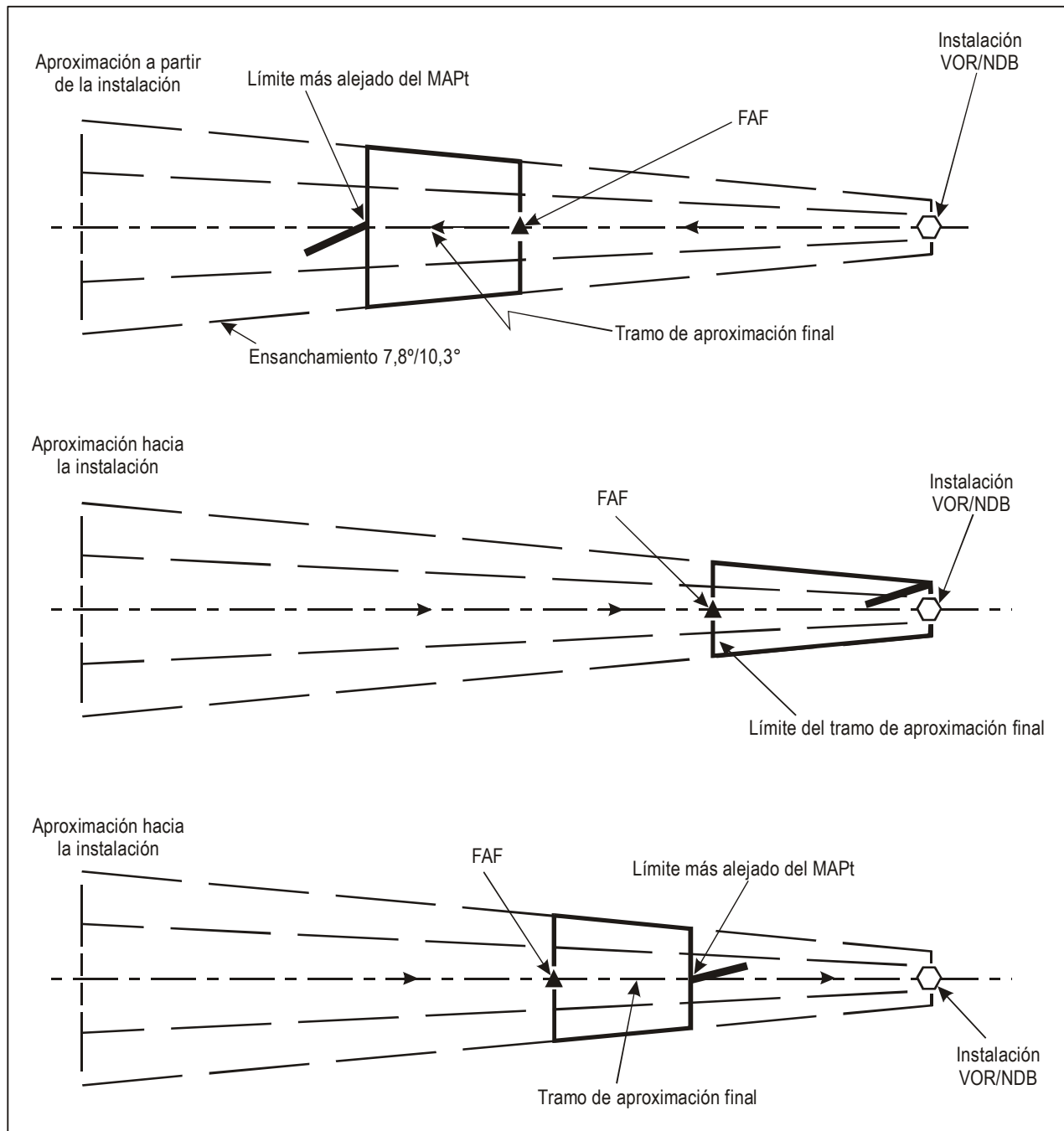


Figura II-2-4-2. Tramos característicos de aproximación (directa y con viraje de más de 90E)



**Figura II-2-4-3. Tramos característicos de aproximación (con virajes de 45E y 90E)**





**Figura II-2-4-4. Tramo de aproximación final (VOR/NDB)**



## Capítulo 5

### DF

#### 5.1 GENERALIDADES

Este capítulo trata de las especificaciones para los procedimientos basados en una instalación radiogoniométrica de muy alta frecuencia (VDF) emplazada en un aeródromo o en sus proximidades; es decir, a menos de 2 km (1 NM) de la parte más cercana de superficie de aterrizaje utilizable. Estos procedimientos deben incorporar un viraje de base (véase la Parte I, Sección 4, Capítulo 3, 3.5.4, “Tipos de procedimientos de inversión”). Se aplican los criterios generales de la Parte I, Secciones 1, 2 y 4, debidamente ampliados o modificados por lo aquí expuesto.

#### 5.2 PENDIENTE DE DESCENSO

Las velocidades de descenso en los tramos de aproximación inicial y final serán las especificadas en la Parte I, Sección 4, Capítulo 3, Tabla I-4-3-1.

#### 5.3 TRAMO DE APROXIMACIÓN INICIAL

##### 5.3.1 Generalidades

5.3.1.1 El punto de referencia de aproximación inicial (IAF) se recibe al sobrevolar la instalación de navegación. La aproximación inicial es un viraje de base.

5.3.1.2 *Tiempo de vuelo de alejamiento.* El tiempo de vuelo en el trayecto de alejamiento deberá limitarse al período suficiente para asegurar que el viraje de base se completa en una distancia que permita a la aeronave descender desde la altitud/altura del viraje de base hasta la MDA/H especificada.

*Nota.— El ángulo entre las derrotas de alejamiento y de acercamiento se determina mediante la fórmula  $36/t$  para aeronaves de las Categorías A y B, y mediante  $54/t$  para aeronaves de las Categorías C, D y E, donde  $t$  es el tiempo de alejamiento especificado, expresado en minutos. La derrota de alejamiento debería ser lo suficientemente larga para que la aeronave disponga por lo menos de 2 minutos en acercamiento y pueda situarse debidamente en la derrota.*

##### 5.3.2 Área

El área es un sector de un círculo con centro en la instalación de navegación, dispuesto simétricamente a ambos lados de la bisectriz de las derrotas de acercamiento y alejamiento, con un ángulo de:

- a)  $20^\circ + 36/t$  para aeronaves de las Categorías A y B; y
- b)  $20^\circ + 54/t$  para aeronaves de las Categorías C, D y E,

con un radio D común a todas las aeronaves.

D se calcula a partir de la siguiente ecuación:

$$D = \left( \frac{V}{60} + 1,9 \right) t + 2,8 \text{ km}$$

$$[D = \left( \frac{V}{60} + 1,0 \right) t + 1,5 \text{ NM}]$$

donde: D = el radio en km [NM]

V = velocidad verdadera de la aeronave en km/h [kt]

t = tiempo de alejamiento en minutos.

Este sector se extenderá en todas las direcciones mediante un margen de 3,7 km (2,0 NM). (Véase la Figura II-2-5-1).

### 5.3.3 Margen de franqueamiento de obstáculos en la aproximación inicial

El margen de franqueamiento de obstáculos en el área de la aproximación inicial será de 300 m (984 ft).

## 5.4 TRAMO INTERMEDIO

Este tipo de procedimiento carece de tramo intermedio. Una vez completado el viraje de base, la aeronave se encuentra en aproximación final.

## 5.5 TRAMO DE APROXIMACIÓN FINAL

### 5.5.1 Generalidades

La aproximación final comienza en el lugar en el que el viraje de base intersecta la derrota de aproximación final en acercamiento.

### 5.5.2 Alineación

5.5.2.1 La alineación de la derrota de aproximación final respecto a:

- a) la instalación;
- b) el eje de la pista; y
- c) el umbral de la pista,

determinará si puede establecerse una aproximación directa o una aproximación en circuito. (Véase la Parte I, Sección 4, Capítulo 5, 5.2, “Alineación”).

5.5.2.2 *Alineación — procedimientos para helicópteros.* Si la alineación de la derrota de aproximación final de un procedimiento para helicópteros no responde a los criterios de aterrizaje directo, el helicóptero deberá maniobrar visualmente para interceptar el eje de la FATO. Idealmente, la derrota debería alinearse con el centro de la FATO; en casos excepcionales, se puede alinear con un punto en el espacio.

### 5.5.3 Área

La Figura II-2-5-2 ilustra el área de aproximación final. No existen áreas secundarias. El área es simétrica respecto de la derrota de aproximación final. Su anchura es de 5,6 km (3,0 NM) en la instalación y se amplía con un ángulo de 10° a cada lado. Se extiende hasta el límite más alejado del área del viraje de base.

### 5.5.4 Margen de franqueamiento de obstáculos en la aproximación final

5.5.4.1 *Aproximación directa.* El margen mínimo de franqueamiento de obstáculos en el área de aproximación final es de 90 m (295 ft). Véase la Parte I, Sección 2, Capítulo 1, 1.7, “Aumento de las altitudes/alturas para zonas montañosas”.

5.5.4.2 *Maniobras visuales (en circuito).* Además de las especificaciones mínimas indicadas previamente en 5.5.4.1, el margen de franqueamiento de obstáculos en el área de maniobras visuales (en circuito) será la especificada en la Parte I, Sección 4, Capítulo 7, “Área de maniobras visuales (en circuito)”.

## 5.6 TRAMO DE APROXIMACIÓN FRUSTRADA

El MAPt coincide con la instalación. El área de aproximación frustrada comenzará en el MAPt. La tolerancia longitudinal del área del MAPt se calculará como en la Parte I, Sección 4, Capítulo 6, “Tramo de aproximación frustrada” y, para los fines de este cálculo, el error de tolerancia del FAF será de  $\pm 1,9$  km (1,0 NM).

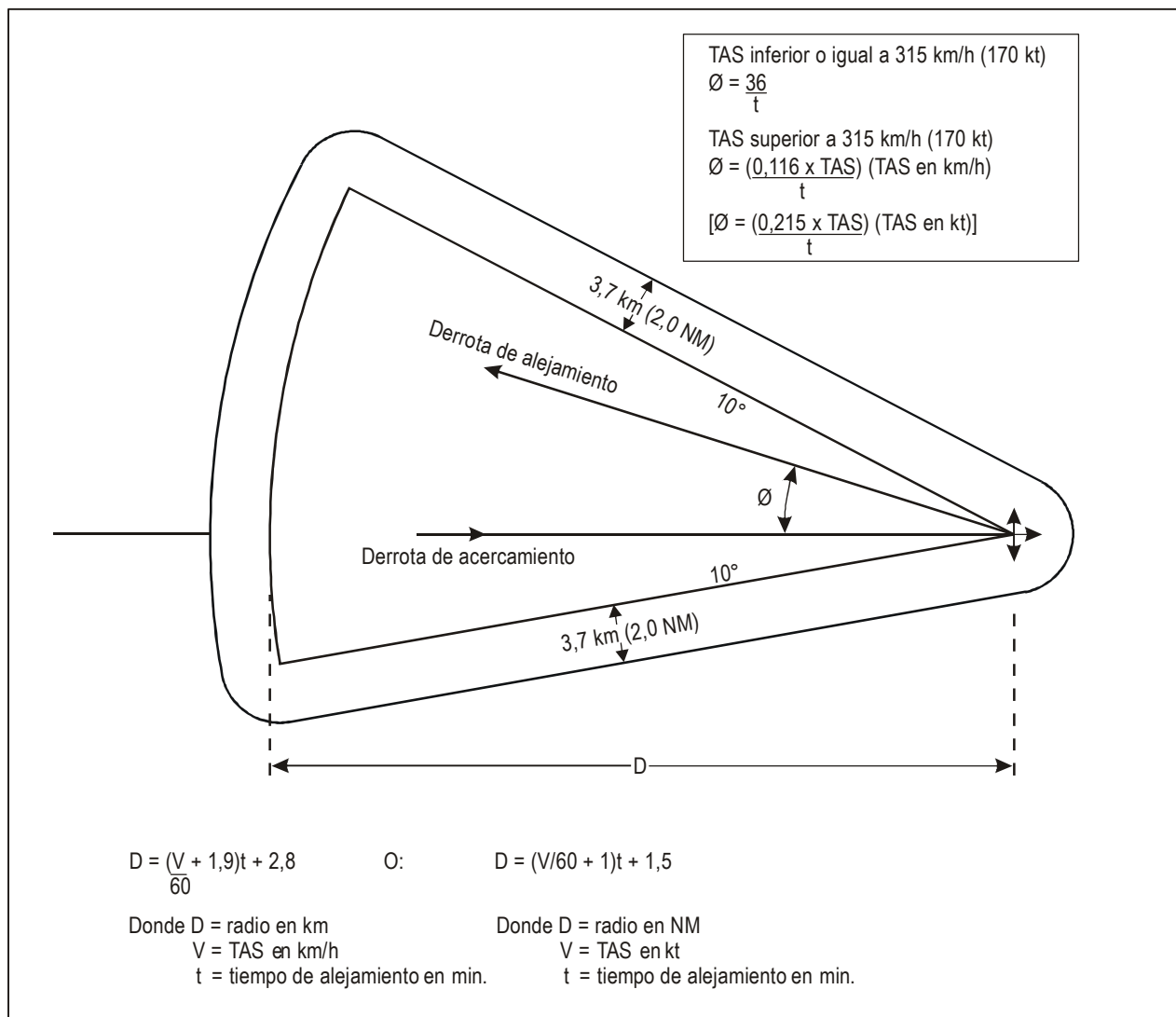
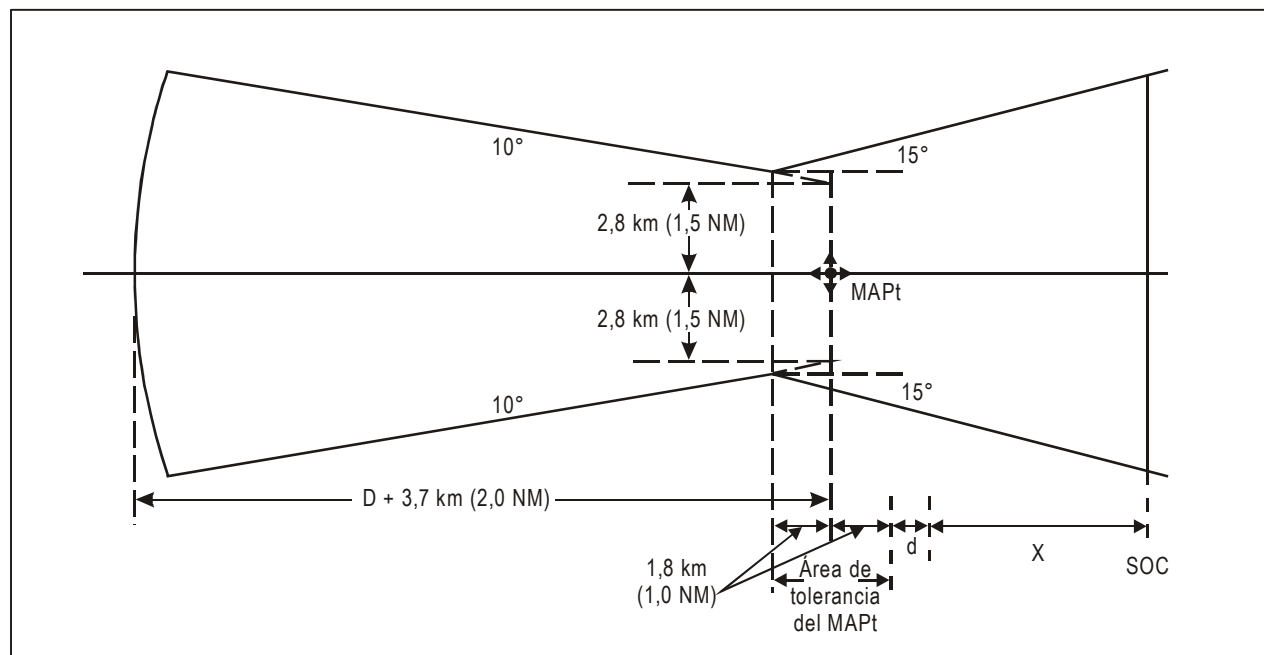


Figura II-2-5-1. Instalación D/F (en un aeródromo o en sus proximidades)



**Figura II-2-5-2. Área de aproximación final**





## Capítulo 6

### SRE

#### 6.1 GENERALIDADES

El radar de vigilancia puede utilizarse para asegurar la guía primaria de navegación dentro de la zona de cobertura del radar. Se pueden autorizar las aproximaciones directas y en circuito a los aeródromos en que la calidad de la cobertura y la capacidad de resolución del radar sean apropiadas para dar apoyo al procedimiento (véase la Figura II-2-6-1).

*Nota.— En los PANS-ATM, Doc 4444, Procedimientos para los servicios de navegación aérea — Gestión del tránsito aéreo, figuran procedimientos detallados relativos a la utilización del radar primario en el servicio de control de aproximación.*

#### 6.2 TRAMO DE APROXIMACIÓN INICIAL

##### 6.2.1 Generalidades

El tramo inicial comienza en el punto de referencia de aproximación inicial (IAF), que se define como la posición en la que se establece contacto con la aeronave que debe llevar a cabo una aproximación, y termina en el IF. En este tramo, se puede proporcionar guía vectorial radar a lo largo de derrotas predeterminadas (6.2.2) o por razones tácticas (6.2.3).

*Nota.— Véanse en los PANS-ATM, Capítulo 12, los procedimientos de identificación.*

##### 6.2.2 Procedimientos basados en derrotas predeterminadas

El establecimiento de circuitos de procedimientos radar exigen las siguientes condiciones:

- a) *Área.* La anchura del área a cada lado de la derrota radar predeterminada es de 9,3 km (5,0 NM). Esta área no tiene longitud específica máxima ni mínima; no obstante, su longitud debe de ser suficiente para permitir la pérdida de altitud exigida por el procedimiento en la pendiente de descenso autorizada.

*Nota.— La anchura del área puede reducirse hasta 5,6 km (3,0 NM) a cada lado de la derrota dentro de los 37 km (20 NM) de la antena radar, dependiendo de la precisión del equipo radar, según lo determine la autoridad competente. Véanse los PANS-ATM, Capítulo 12.*

- b) *Margen de franqueamiento de obstáculos.* Se preverá un margen mínimo de 300 m (984 ft) de franqueamiento por encima de todos los obstáculos del área de aproximación inicial. El margen sobre un obstáculo prominente, que aparece en la pantalla radar como eco permanente, puede despreciarse si se ha observado que la aeronave ya lo ha sobrevolado.

### 6.2.3 Procedimientos radar basados en la guía táctica

Se aplican las siguientes restricciones:

- a) *Área*. El área considerada para el franqueamiento de obstáculos será toda el área que abarca la cobertura operacional del radar. Esta área puede subdividirse para evitar la molestia que provocarían los obstáculos situados fuera del área dentro de la que se ha de llevar a cabo el vuelo. No se prescribe límite alguno en lo que se refiere a las dimensiones, forma u orientación de estas subdivisiones; sin embargo, en todos los casos el límite de la subdivisión debe estar situado a una distancia que no será inferior a 5,6 km (3 NM) desde el obstáculo que ha de franquearse o desde otras zonas sobre las que los vuelos estén prohibidos. Los límites de la subdivisión se trazan en la carta de vídeo para ganar simplicidad y aumentar la seguridad operacional en la aplicación radar por el ATC. (Véase la nota de 6.1).
- b) *Margen de franqueamiento de obstáculos*. Se asegurará un margen mínimo de 300 m (984 ft) por encima de todos los obstáculos que se encuentren dentro del área o en subdivisiones aproximadas de la misma, cuando se hayan establecido dichas subdivisiones. Los niveles establecidos deberán permitir igualmente que se obtenga un margen de 300 m (984 ft) por encima de todos los obstáculos situados a menos de 5,6 km (3,0 NM) del límite del área, hasta 37 km (20 NM) de la antena radar, o a menos de 9,3 km (5,0 NM) del límite cuando se trate de distancias de más de 37 km (20 NM) desde la antena.
- c) *Altitudes mínimas de guía vectorial*. Las altitudes mínimas de guía vectorial se corregirán por temperatura baja. La temperatura baja se basará en los registros de temperatura, tanto estacionales como anuales. Véanse los PANS-OPS, Volumen I, Parte III, Sección 1, Capítulo 4, Tablas III-1-4-1 a) y b).

### 6.2.4 Pendiente de descenso

La pendiente de descenso óptima en aproximación inicial es del 4,0% (Cat H, 6,5%). Cuando sea necesaria una velocidad vertical de descenso más elevada, la pendiente máxima autorizada será del 8,0% (Cat H, 10%).

## 6.3 TRAMO DE APROXIMACIÓN INTERMEDIA

### 6.3.1 Generalidades

El tramo intermedio comienza en el punto de referencia radar, donde la derrota de aproximación inicial corta la derrota de aproximación intermedia. Este punto de intersección es el IF. El tramo intermedio sigue la derrota intermedia en acercamiento, hasta el punto en que corta la derrota de aproximación final. Este punto es el FAF.

### 6.3.2 Alineación

La derrota intermedia no divergirá más de 30° con respecto a la derrota de aproximación final.

### 6.3.3 Área

La anchura del área intermedia está determinada por la anchura del área inicial en el IF, disminuyendo progresivamente hasta la anchura del área final en el FAF. La longitud del tramo intermedio no excederá de 28 km (15 NM) [Cat H, 9,3 km (5 NM)]. La longitud óptima del tramo intermedio es de 9 km (5 NM) [Cat H, 3,7 km (2 NM)]. La longitud mínima del tramo depende del ángulo de intersección por la derrota de aproximación inicial; esta longitud mínima se

indica en la Tabla II-2-6-1. Sin embargo, estos valores mínimos *solo* deberían aplicarse cuando haya restricciones en el espacio aéreo útil. El ángulo de interceptación máximo será de 90°.

### 6.3.4 Margen de franqueamiento de obstáculos

Se asegurará un margen mínimo de 150 m (500 ft) por encima de todos los obstáculos del área intermedia.

### 6.3.5 Pendiente de descenso

Como el tramo intermedio se utiliza para permitir que la aeronave adopte la velocidad y la configuración convenientes para entrar en el tramo de aproximación final, la pendiente debería ser nula (Cat H, 6.5%). Si fuera necesaria una pendiente más pronunciada, el máximo autorizado será del 5,0% (Cat H, 10%).

## 6.4 TRAMO DE APROXIMACIÓN FINAL

### 6.4.1 Generalidades

El tramo de aproximación final comienza en el FAF, que es un punto de referencia radar situado en la derrota de aproximación final.

### 6.4.2 Alineación

Para las aproximaciones directas, la derrota de aproximación final coincidirá con la prolongación del eje de la pista. Para las aproximaciones en circuito, la derrota de aproximación final se alineará de modo que atraviese el área de maniobra o intercepte el tramo de viento a favor en el circuito de maniobras visuales.

### 6.4.3 Área

El área que se ha de tener en cuenta para los fines de franqueamiento de obstáculos comienza en el FAF y termina en el MAPt o en el umbral de la pista, lo que ocurra más tarde, y estará centrada sobre la derrota de aproximación final (véase la Figura II-2-6-2). La longitud mínima del área de aproximación final será de 6 km (3 NM) [Cat H, 1,9 km (1 NM)]. Se establecerá esta longitud teniendo en cuenta la pendiente de descenso admisible. Véase 6.4.5. La longitud máxima no debería ser superior a 11 km (6 NM). Cuando sea necesario efectuar un viraje en el FAF, se aplicará la Tabla II-2-4-1 del Capítulo 4. La anchura del área es proporcional a la distancia con respecto a la antena radar, y se calcula de acuerdo con la fórmula:

$$W/2 = (1,9 + 0,1 D) \text{ km}$$

$$[W/2 = (1,0 + 0,1 D) \text{ NM}]$$

donde: W = anchura en km [NM]

D = distancia desde la antena hasta la derrota en km [NM]

El valor máximo de D es 37 km (20 NM) dependiendo de la precisión del equipo radar que fije la autoridad competente.

#### 6.4.4 Margen de franqueamiento de obstáculos

El margen mínimo de franqueamiento de obstáculos es 75 m (246 ft).

#### 6.4.5 Pendiente de descenso

Se aplican los criterios generales de la Parte III, Capítulo 6, 6.3.

#### 6.4.6 Cálculo de altitudes/alturas

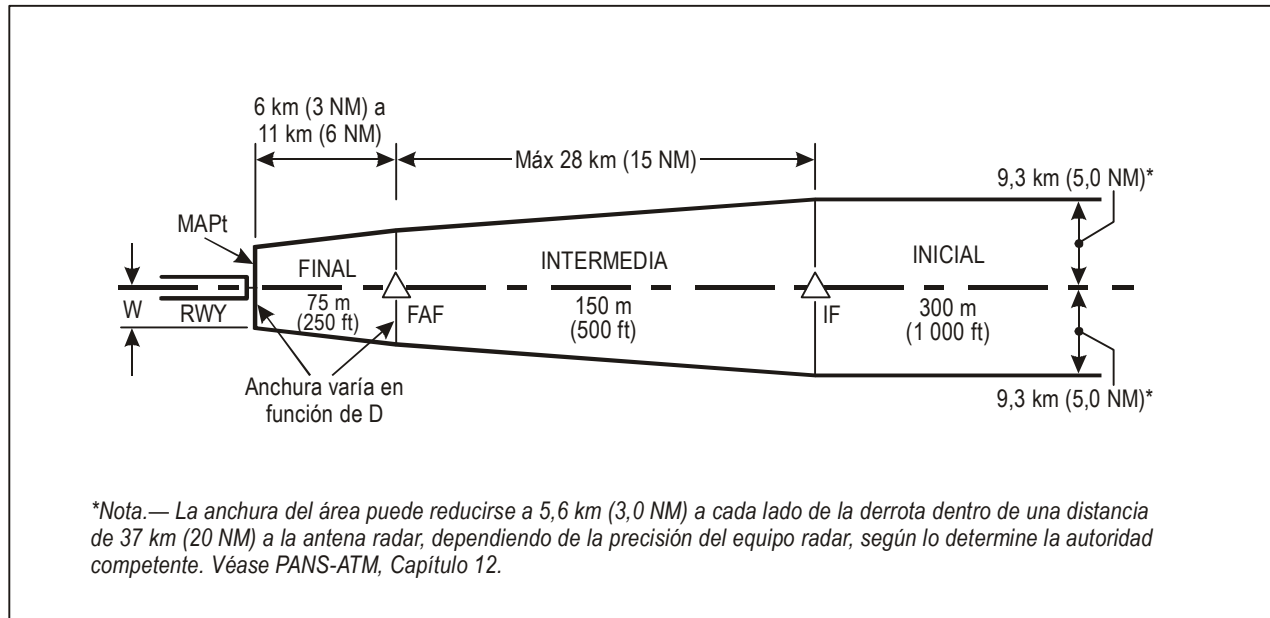
Las altitudes/alturas por las que debería pasar la aeronave para mantener la trayectoria de descenso requerida deberían calcularse para cada distancia de 2 ó 1 km (1 ó 1/2 NM) desde el punto de contacto con la pista, suponiendo que la aeronave pasará a 15 m (50 ft) de altura sobre el umbral de la pista. Las altitudes/alturas obtenidas deberían redondearse en incrementos de 10 m o 100 ft, salvo las distancias menores de 4 km (2 NM) desde el punto de contacto con la pista que deberían redondearse al alza a los incrementos inmediatos de 10 m o 10 ft, según corresponda. Las altitudes/alturas previamente calculadas deberían estar disponibles para el controlador radar y en las publicaciones de información aeronáutica.

### 6.5 TRAMO DE APROXIMACIÓN FRUSTRADA

Una aproximación con radar de vigilancia terminará 4 km (2 NM) antes del umbral, salvo que con la aprobación de la autoridad competente pueda continuar hasta un punto que no se encuentre más allá del umbral de la pista, cuando lo permita la precisión del radar. El punto de aproximación frustrada (MAPt) es el punto en que termina la aproximación por radar. Véase la Figura II-2-6-3 y la Parte I, Sección 4, Capítulo 6 en cuanto a los criterios relativos a la aproximación frustrada.

**Tabla II-2-6-1. Longitud mínima del tramo intermedio**

<i>Ángulo de interceptación con localizador (grados)</i>	<i>Distancia mínima entre los puntos de interceptación del localizador y de la trayectoria de planeo</i>	
	Cat A a E	Cat H
0 – 15	2,8 km (1,5 NM)	2,8 km (1,5 NM)
16 – 30	3,7 km (2,0 NM)	3,7 km (2,0 NM)
31 – 60	4,6 km (2,5 NM)	3,7 km (2,0 NM)
61 – 90	5,6 km (3,0 NM)	3,7 km (2,0 NM)



**Figura II-2-6-1. Tramos de aproximación con radar de vigilancia**

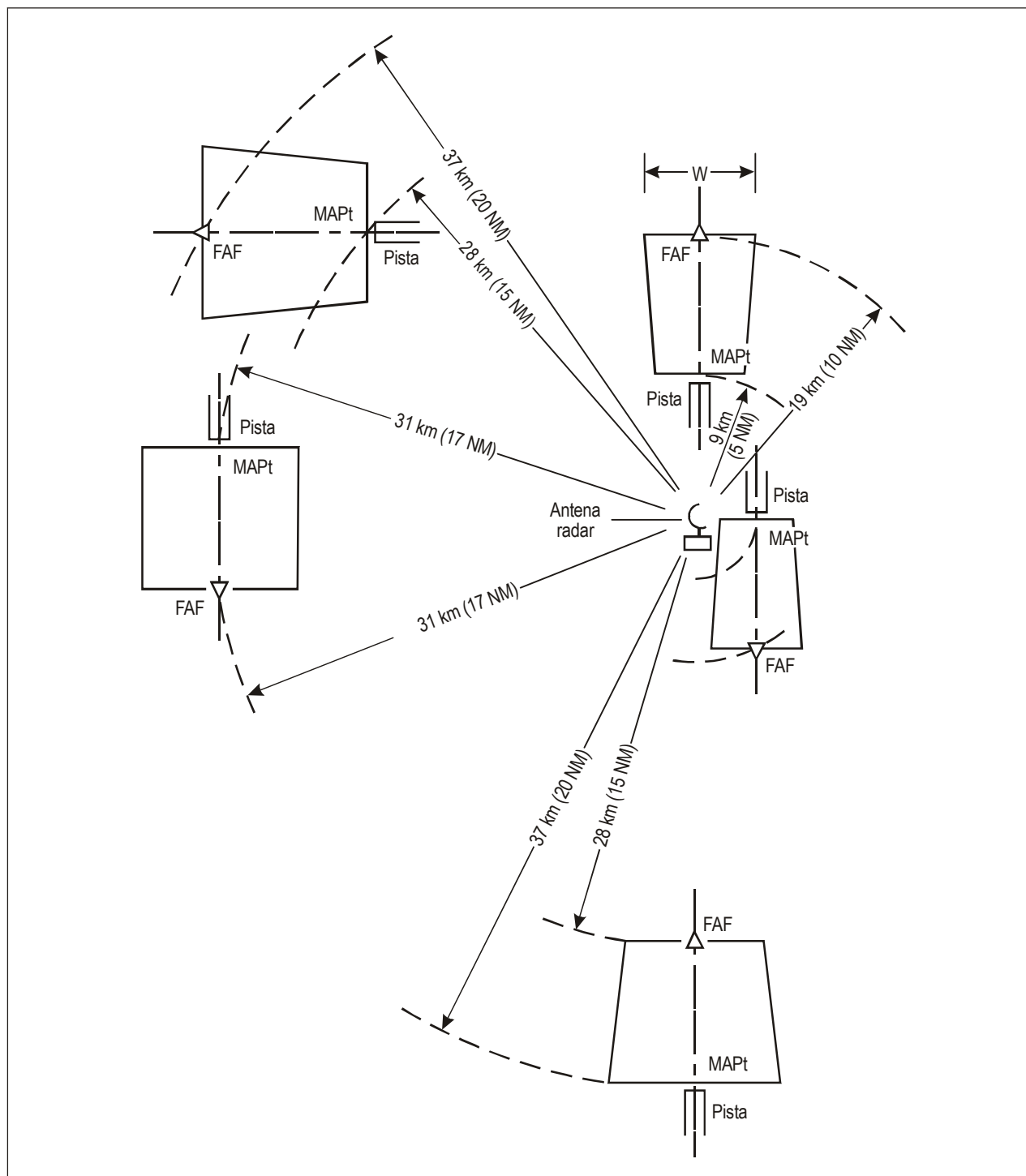


Figura II-2-6-2. Ejemplos de aproximación final con radar de vigilancia

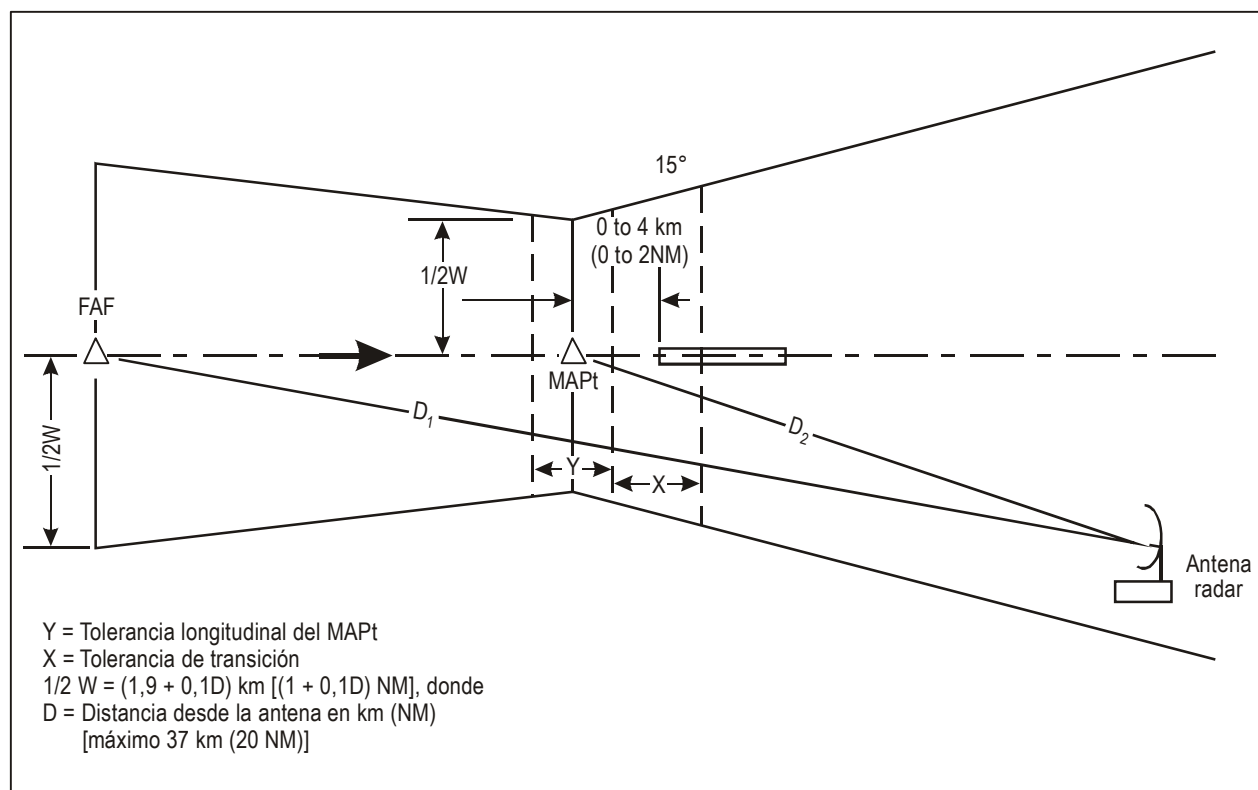


Figura II-2-6-3. Aproximación con radar de vigilancia





**Sección 3**

**CRITERIOS EN RUTA**



# **Capítulo 1**

## **RUTAS VOR Y NDB**

### **1.1 GENERALIDADES**

#### **1.1.1 Alcance**

Las áreas asociadas con criterios en ruta se extienden por superficies de grandes dimensiones; en algunas regiones, el número de obstáculos que debe considerarse es extremadamente elevado. Además, en los puntos de cruce, puede suceder que se ofrezcan varias posibilidades para continuar el vuelo, lo que puede dificultar la protección de todos los virajes posibles. Por estas razones, se han elaborado dos métodos:

- a) un método simplificado, presentado en este capítulo y conservado como el método estándar; y
- b) un método perfeccionado, descrito en el Apéndice A, que puede utilizarse cuando el método simplificado resulte demasiado restrictivo.

#### **1.1.2 Tramos**

Generalmente, una ruta está compuesta por varios tramos. Cada tramo comienza y termina en un punto de referencia designado.

### **1.2 ÁREAS DE FRANQUEAMIENTO DE OBSTÁCULOS**

#### **1.2.1 Generalidades**

Esta sección contiene la descripción de las áreas utilizadas para fines de franqueamiento de obstáculos en ruta.

#### **1.2.2 Tramo en línea recta**

El área de franqueamiento de obstáculos consta de un área primaria y de un área tope. La anchura de las áreas primaria y tope es constante desde su anchura al lado de la instalación, hasta una distancia especificada con respecto al sistema que proporciona la derrota. A partir de este punto, las áreas se ensanchan en función de las líneas de tolerancia angular de la instalación aplicable, como se describe más adelante en 1.4.2.3, “Límites angulares”. (Véanse también las Figuras II-3-1-2 y II-3-1-3).

#### **1.2.3 Área sin guía de derrota**

Cuando no se disponga de guía de derrota, por ejemplo fuera de la cobertura de las instalaciones de navegación a lo largo de la ruta, el área primaria se ensancha a cada lado con un ángulo de 15° respecto a su anchura a partir del último

punto en que se disponga de guía de derrota. La anchura del área tope se reduce progresivamente hasta llegar a cero, terminando en un área sin guía de derrota en la que se aplican íntegramente los márgenes MOC (véase la Figura II-3-1-8).

#### 1.2.4 Anchura máxima del área

No existe ninguna anchura máxima del área para rutas situadas dentro de la cobertura de las instalaciones que definen la ruta. Fuera de la cobertura de las instalaciones que definen la ruta, el área se ensancha 15° a cada lado, como se especifica anteriormente en 1.2.3, “Área sin guía de derrota”.

#### 1.2.5 Área de viraje

Las áreas de franqueamiento de obstáculos consisten en un área primaria; no se aplican áreas tope. La construcción del área de viraje se describe en 1.4, “Construcción de áreas para rutas VOR y NDB”.

### 1.3 FRANQUEAMIENTO DE OBSTÁCULOS

#### 1.3.1 Margen mínimo de franqueamiento de obstáculos (MOC)

1.3.1.1 El valor mínimo de franqueamiento de obstáculos que debe aplicarse en el área primaria para la fase en ruta de un vuelo IFR es de 300 m (984 ft). (Véase 1.3.2 para MOC en áreas montañosas) En el área tope, el margen mínimo de franqueamiento de obstáculos es igual a la mitad del valor del MOC del área primaria (véase la Figura II-3-1-1).

1.3.1.2 Se determina y publica para cada tramo de la ruta una altitud mínima de franqueamiento de obstáculos (MOCA). La MOCA proporciona el MOC requerido por encima de los obstáculos que se encuentran dentro de las áreas de franqueamiento de obstáculos. La precisión de las cotas en las cartas debe tenerse en cuenta al establecer las altitudes mínimas añadiendo tolerancia, tanto transversal como horizontal, a los objetos representados en la carta, como se especifica en la Parte I, Sección 2, Capítulo 1, 1.7, “Aumento de altitudes/alturas en zonas montañosas”.

#### 1.3.2 MOC en zonas montañosas

1.3.2.1 En zonas montañosas, el MOC se aumentará dependiendo de las variaciones en la elevación del terreno según lo indicado en la tabla siguiente. El MOC en el área tope es igual a la mitad del valor del MOC en el área primaria (véase la Figura II-3-1-1).

<i>Elevación</i>	<i>MOC</i>
Entre 900 m (3 000 ft) y 1 500 m (5 000 ft)	450 m (1 476 ft)
Más de 1 500 m (5 000 ft)	600 m (1 969 ft)

1.3.2.2 El Estado debe identificar las zonas montañosas y promulgarlas en su Publicación de información aeronáutica (AIP), Sección GEN 3.3.5, “Altitud mínima de vuelo”.

#### 1.3.3 MOC para virajes

El MOC completo se aplica a toda la anchura del área de viraje según lo indicado en la Figura II-3-1-5. No hay ningún área tope.

### 1.3.4 MOC cuando no se proporciona guía de derrota

Cuando no se proporciona guía de derrota, por ejemplo fuera de la cobertura de las instalaciones de navegación a lo largo de la ruta, el área primaria se ensancha a ambos lados con un ángulo de 15° desde su anchura en el último punto en que se dispuso de guía de derrota. La anchura del área tope se reduce progresivamente hasta cero, terminando en un área sin guía de derrota en la que se aplica el MOC completo (véase la Figura II-3-1-8).

## 1.4 CONSTRUCCIÓN DE ÁREAS PARA RUTAS VOR Y NDB

### 1.4.1 Generalidades

En esta sección se incluyen métodos para calcular las áreas utilizadas para fines de franqueamiento de obstáculos en ruta. La derivación estadística de estos cálculos, que se basan en un método de media cuadrática de la precisión de utilización del sistema de navegación, figura en el Apéndice B.

### 1.4.2 Áreas en línea recta

1.4.2.1 *Descripciones de área.* Las áreas de franqueamiento de obstáculos están compuestas por un área primaria y dos áreas tope laterales a cada lado.

1.4.2.2 *Anchura en la transversal de la instalación.* Al lado de la instalación, el área total tiene una anchura constante de 18,5 km (10,0 NM), y está constituida por el área primaria y por un área tope. En el área primaria se mantiene una anchura constante de 9,3 km (5,0 NM) a ambos lados de la derrota nominal. En el área tope se mantiene también una anchura constante de 9,3 km (5,0 NM) a ambos lados del área primaria.

1.4.2.3 *Límites angulares.* Cuando la distancia desde la instalación es superior a:

- a) 92,3 km (49,8 NM) para VOR; y
- b) 60 km (32 NM) para NDB,

las áreas divergen siguiendo las líneas de tolerancia angular de sus respectivas instalaciones (véase la Tabla II-3-1-1).

1.4.2.4 *Anchura después del punto de divergencia.* Después de la distancia límite de 1.4.2.3, “Límites angulares”, la anchura del área primaria aumenta en función del ángulo de ensanchamiento. El área tope se determina mediante el ángulo de ensanchamiento más una anchura adicional fija fuera del área tope, paralela a su borde. (Véanse las Figuras II-3-1-2 y II-3-1-3). Esta anchura es de:

- a) 3,7 km (2,0 NM) para VOR; y
- b) 4,6 km (2,5 NM) para NDB.

1.4.2.5 *Límites longitudinales.* Los límites longitudinales del área asociada a un tramo en línea recta se determinan de la forma siguiente:

- a) el límite anterior del área es un semicírculo, con centro en el primer punto de referencia y tangente a los límites laterales del área total; y
- b) el límite posterior del área es un semicírculo, con centro en el segundo punto de referencia y tangente a los límites laterales del área total.

1.4.2.6 *Combinación de los criterios para VOR y NDB.* En el caso de un tramo en línea recta basado en un VOR en uno de sus extremos y en un NDB en el otro, el área se diseña de acuerdo con lo indicado en la Figura II-3-1-4.

1.4.2.7 *Punto de cambio (COP) desplazado.* Si el punto de cambio entre dos instalaciones está desplazado por problemas de funcionamiento de la instalación, se deben trazar los límites de precisión del sistema desde la instalación más alejada hasta un punto al lado del COP y unirlos a continuación mediante líneas trazadas directamente desde la instalación más cercana que, en este caso, carece de ángulos específicos (véase la Figura II-3-1-7). El COP será publicado.

### 1.4.3 Áreas de protección asociadas a virajes

1.4.3.1 Los virajes pueden efectuarse en la vertical de una instalación o en un punto de referencia.

1.4.3.2 *Tolerancias del punto de referencia o de la instalación.*

- a) 4,5° (7,9%) para tolerancia de intersección angular del VOR.
- b) 6,2° (10,9%) para tolerancia de intersección angular del NDB.
- c) si se dispone de DME, puede utilizarse como punto de referencia de viraje. Para los valores de precisión del DME, véase la Parte I, Sección 2, Capítulo 2, 2.4.4, “DME”.
- d) tolerancias de la instalación — Véase la Parte I, Sección 2, Capítulo 2, 2.5, “Tolerancia del punto de referencia en la vertical de una estación”.

1.4.3.3 *Parámetros de viraje.* Se aplican los siguientes parámetros de viraje:

- a) altitud — altitud a la cual, o por encima de la cual, se ha diseñado el área;
- b) temperatura — ISA para la altitud especificada más 15°C;
- c) velocidad indicada — 585 km/h (315 kt);
- d) viento — omnidireccional para la altitud  $h$ ,  $w = (12 h + 87)$  km/h, con  $h$  expresada en kilómetros, [ $w = (2 h + 47)$  kt, con  $h$  expresada en miles de pies];
- e) ángulo de inclinación lateral medio alcanzado: 15°;
- f) tiempo máximo de reacción del piloto: 10 s;
- g) tiempo para el establecimiento de la inclinación lateral: 5 s; y
- h) distancia de anticipación del viraje:  $r \cdot \tan(\alpha/2)$ , donde  $\alpha$  es el ángulo de cambio de rumbo.

1.4.3.4 *Construcción del área de viraje.* La construcción del área de viraje (véase la Figura II 3-1-5) consta de las cuatro etapas siguientes:

- a) *Inicio del área de viraje.* El área de viraje comienza en la línea K-K, que es perpendicular a la derrota nominal y está situada a una distancia de:

- 1)  $r \cdot \tan(\alpha/2)$ , más

2) la tolerancia del punto de referencia antes del punto de referencia nominal o de la instalación

donde:  $\alpha$  = ángulo de cambio de rumbo

$r$  = radio de viraje

b) *Borde exterior del viraje.* El borde exterior del área de viraje está compuesto por:

1) una prolongación en línea recta del borde exterior del tramo antes del viraje;

2) el arco de un círculo de radio  $T$ , cuyo centro está en el punto de viraje (punto de referencia nominal o instalación); y

3) la tangente del arco de este círculo que forma un ángulo de  $30^\circ$  con el tramo siguiente.

El valor de  $T$  se describe mediante la siguiente ecuación:

$$T = SA + 2*r + E_{165^\circ}$$

donde:  $r$  = radio del viraje

$E_{165^\circ}$  = efecto del viento para considerar un cambio de rumbo de  $120^\circ$ , más un ángulo de convergencia de  $30^\circ$ , más una deriva de  $15^\circ$

$SA$  = semianchura del área

Este método está basado en la hipótesis de que la amplitud de la tolerancia asociada al punto de viraje se ha incluido en el área correspondiente a un tramo en línea recta.

*Nota 1.— Úsese la altitud mínima más elevada de todos los tramos que intersectan en el punto de viraje.*

*Nota 2.— El ángulo máximo de viraje es de  $120^\circ$ .*

*Nota 3.— Es necesario aplicar un efecto de viento constante ( $E_{165^\circ}$ ) a todos los ángulos de viraje.*

Ejemplo de cálculo para una altitud de 4 500 m. Dados los parámetros de viraje de 1.4.3.3, “Parámetros de viraje” y una semianchura de área de 18,5 km, se deduce que:

el radio de viraje es ( $r$ ) = 16,77

el efecto del viento es ( $E_{165^\circ}$ ) = 9,00

$T = 18,5 + 33,54 + 9,00 = 61,04$  km

c) *Borde interior del viraje.* Desde el punto K del viraje, trácese una línea que forme un ángulo de  $\alpha/2$  con la derrota nominal en el tramo 2 (el tramo que sigue al viraje). Esta línea termina donde corta el borde del tramo 2.

d) *Fin del área de viraje.* El arco descrito en 2) también denota el fin del área de viraje.

1.4.3.5 *Rutas bidireccionales.* En el método de construcción del área de viraje se supone una dirección de vuelo. Cuando la ruta es de ambos sentidos, es necesario construir ambas áreas de viraje para tener en cuenta las dos direcciones de vuelo y aplicar el margen mínimo de franqueamiento de obstáculos por encima de toda el área de viraje combinada (véase la Figura II-3-1-6).

## 1.5 ALTITUD MÍNIMA EN RUTA (MEA)

Una MEA se determina en coordinación con ATS y se publica para cada tramo de la ruta. La MEA es mayor que:

- la MOCA;
- la altitud mínima para una recepción adecuada de las instalaciones pertinentes;
- la altitud mínima para una recepción adecuada de las comunicaciones ATS;
- la altitud mínima que cumple con la estructura ATS.

Par fines de planificación, a fin de determinar la altitud mínima para una recepción adecuada de las instalaciones pertinentes, puede utilizarse la formula siguiente:

$D = 4,13 \sqrt{H}$  con la distancia (D) en km y la altura mínima (H) en metros

$D = 1,23 \sqrt{H}$  con la distancia D en NM y H en pies

*Nota.— Las fórmulas proporcionadas pueden ser demasiado optimistas en caso de terreno elevado en la zona de la instalación o en ruta.*

## 1.6 PROMULGACIÓN

1.6.1 *Altitud mínima.* Se determinan y publican la altitud mínima de franqueamiento de obstáculos (MOCA) y la altitud mínima en ruta (MEA) para cada tramo en ruta.

### 1.6.2 Zonas montañosas

El Estado señalará cuáles son las zonas montañosas y las promulgará en su Publicación de información aeronáutica (AIP), Sección GEN 3.3.5, “Altitud mínima de vuelo”, sobre los criterios aplicados para determinar las altitudes mínimas de vuelo.

### 1.6.3 Punto de cambio (COP) desplazado

Si el punto de cambio entre dos instalaciones está desplazado debido a problemas de funcionamiento de la instalación, se deben trazar los límites de precisión del sistema desde la instalación más alejada hasta un punto al lado del COP y unirlos a continuación mediante líneas trazadas directamente desde la instalación más cercana que, en este caso, carece de ángulos específicos (véase la Figura II-3-1-7). El COP será publicado.

**Tabla II-3-1-1. Ensanchamiento de las áreas primaria y tope**

	<i>Ensanchamiento del área primaria</i>	<i>Ensanchamiento del área tope</i>
VOR	5,7° (10%)	9,1° (15,86%)
NDB	7,95° (14%)	13,0° (23%)



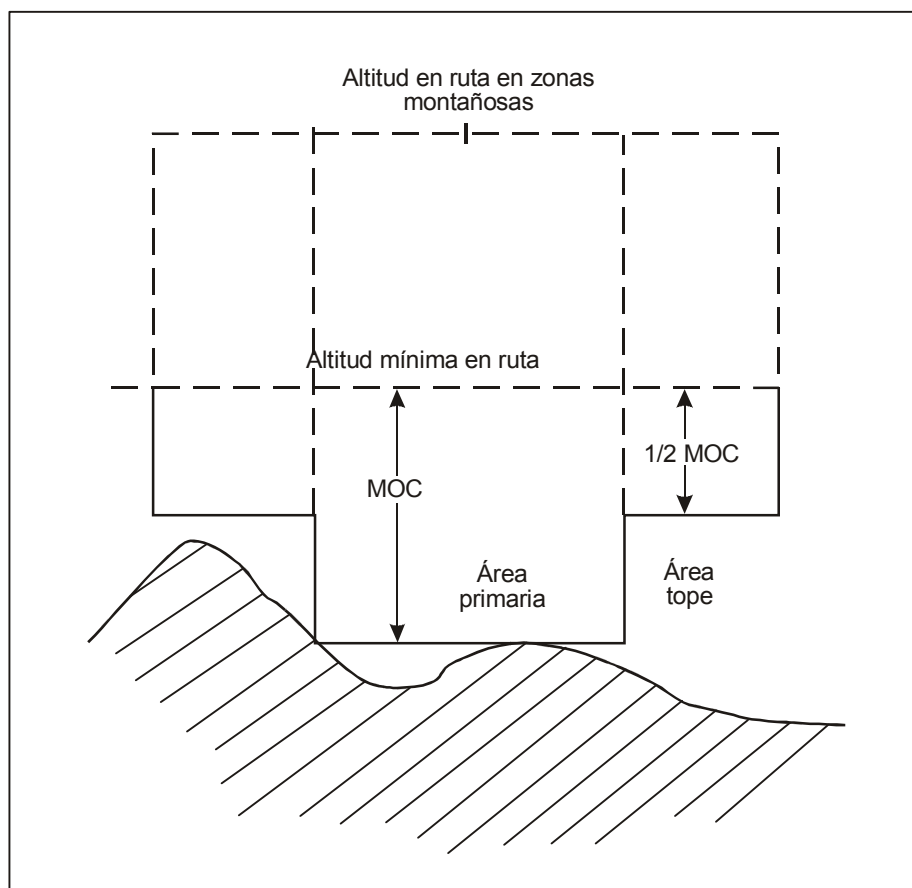
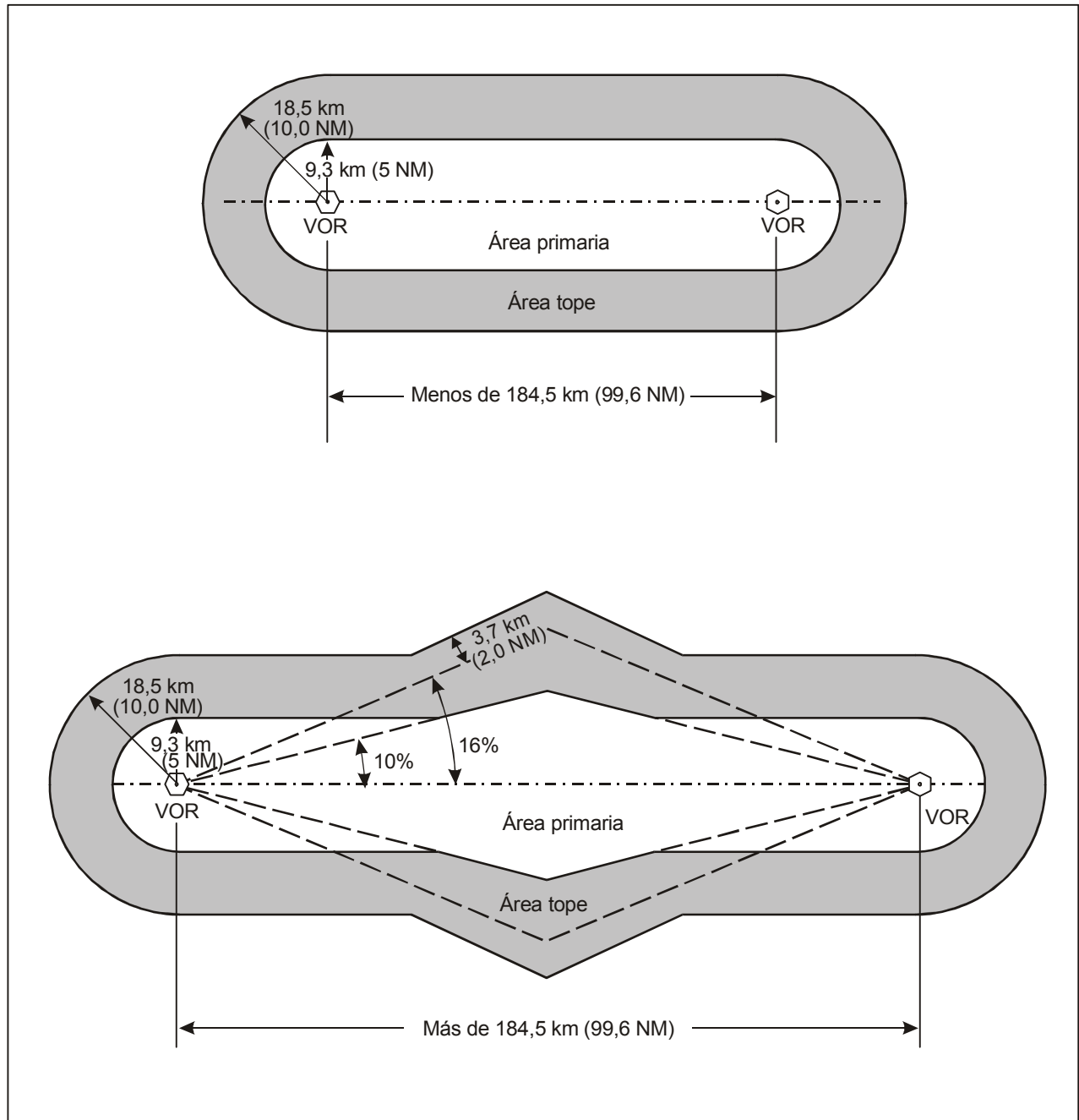
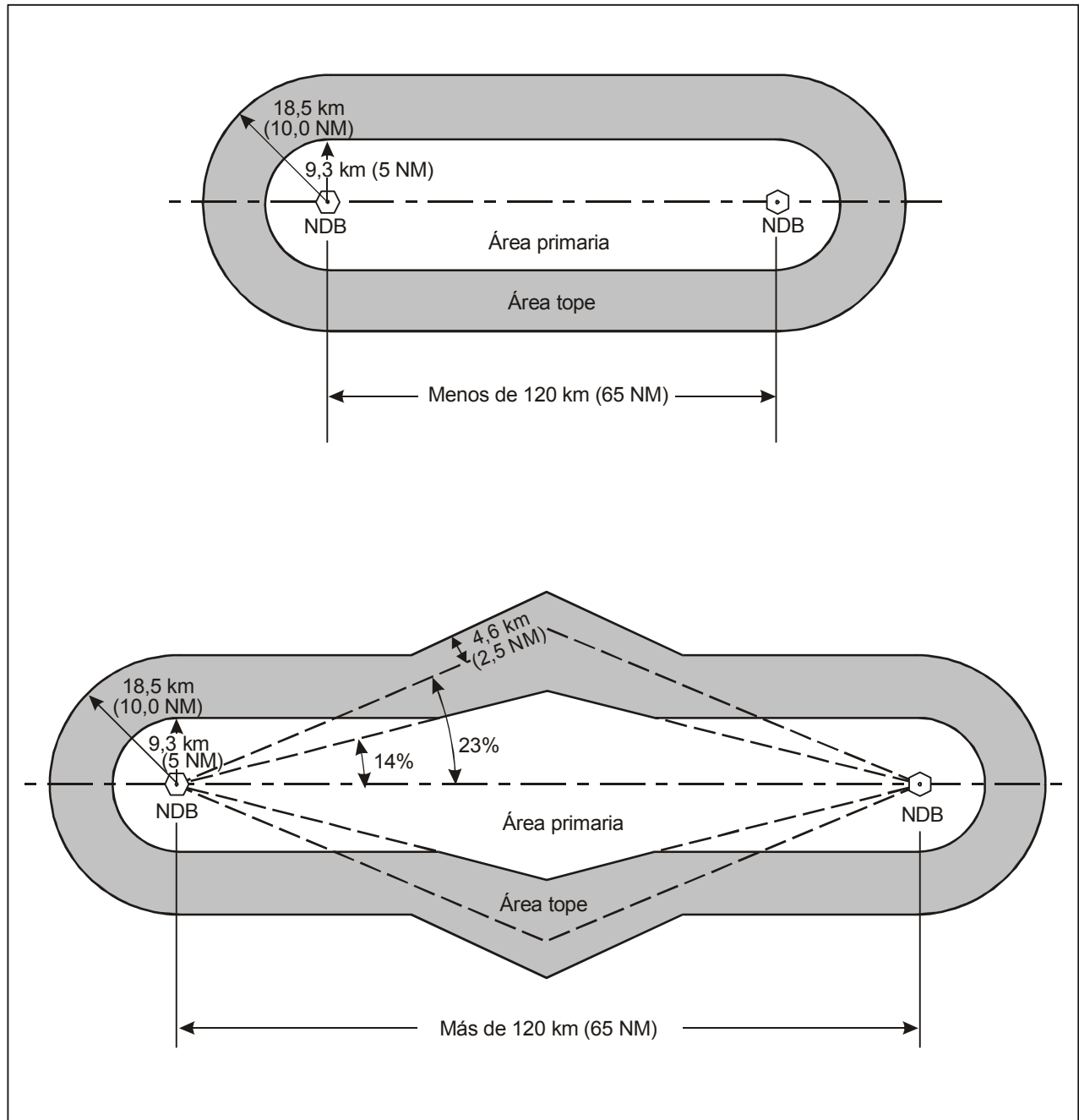


Figura II-3-1-1. MOC en ruta — áreas primaria y tope



**Figura II-3-1-2. Áreas de franqueamiento de obstáculos para navegación en ruta VOR.  
Tramo en línea recta**



**Figura II-3-1-3. Áreas de franqueamiento de obstáculos para navegación en ruta NDB.**  
Tramo en línea recta

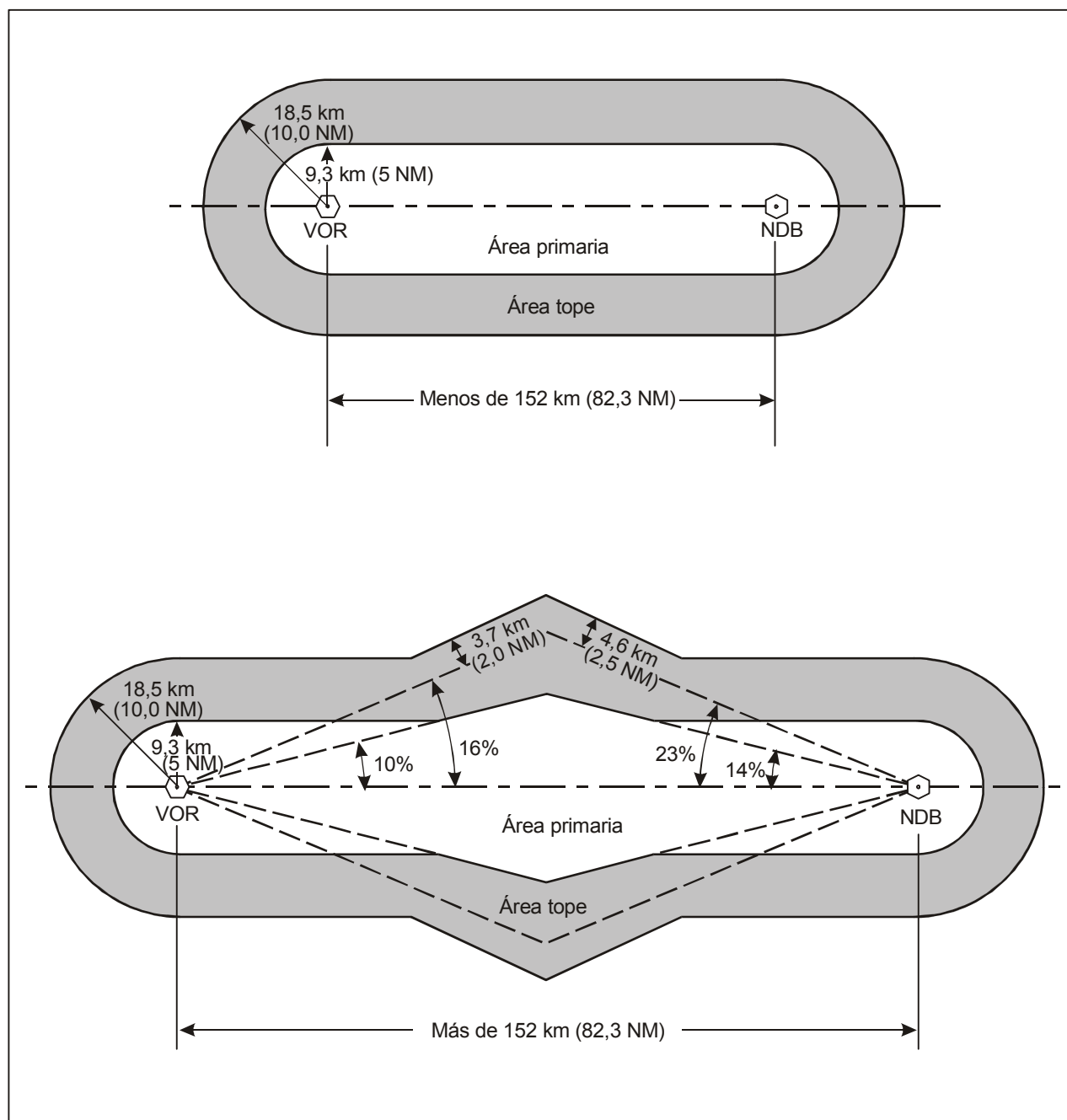


Figura II-3-1-4. Combinación de los criterios VOR y NDB

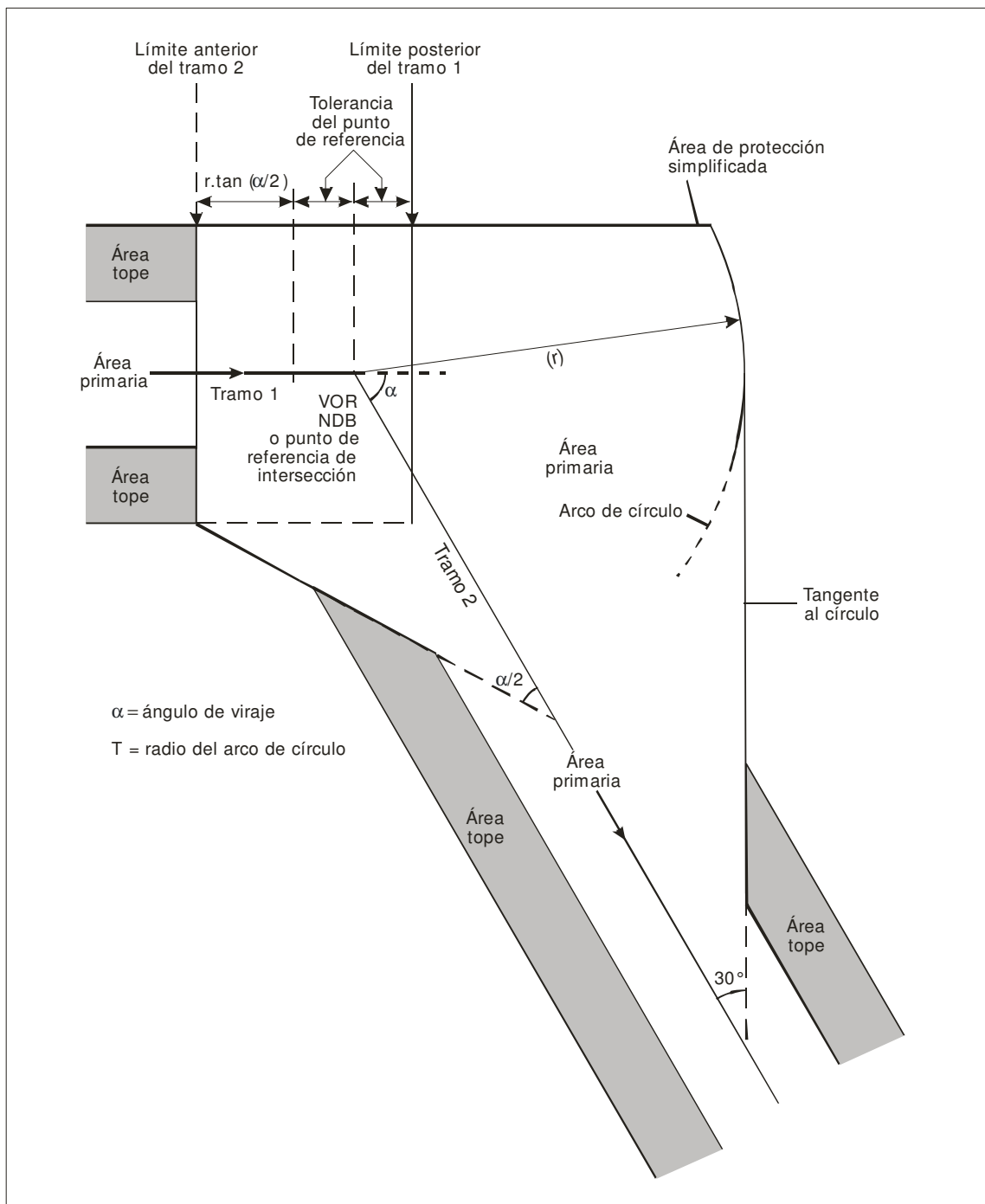
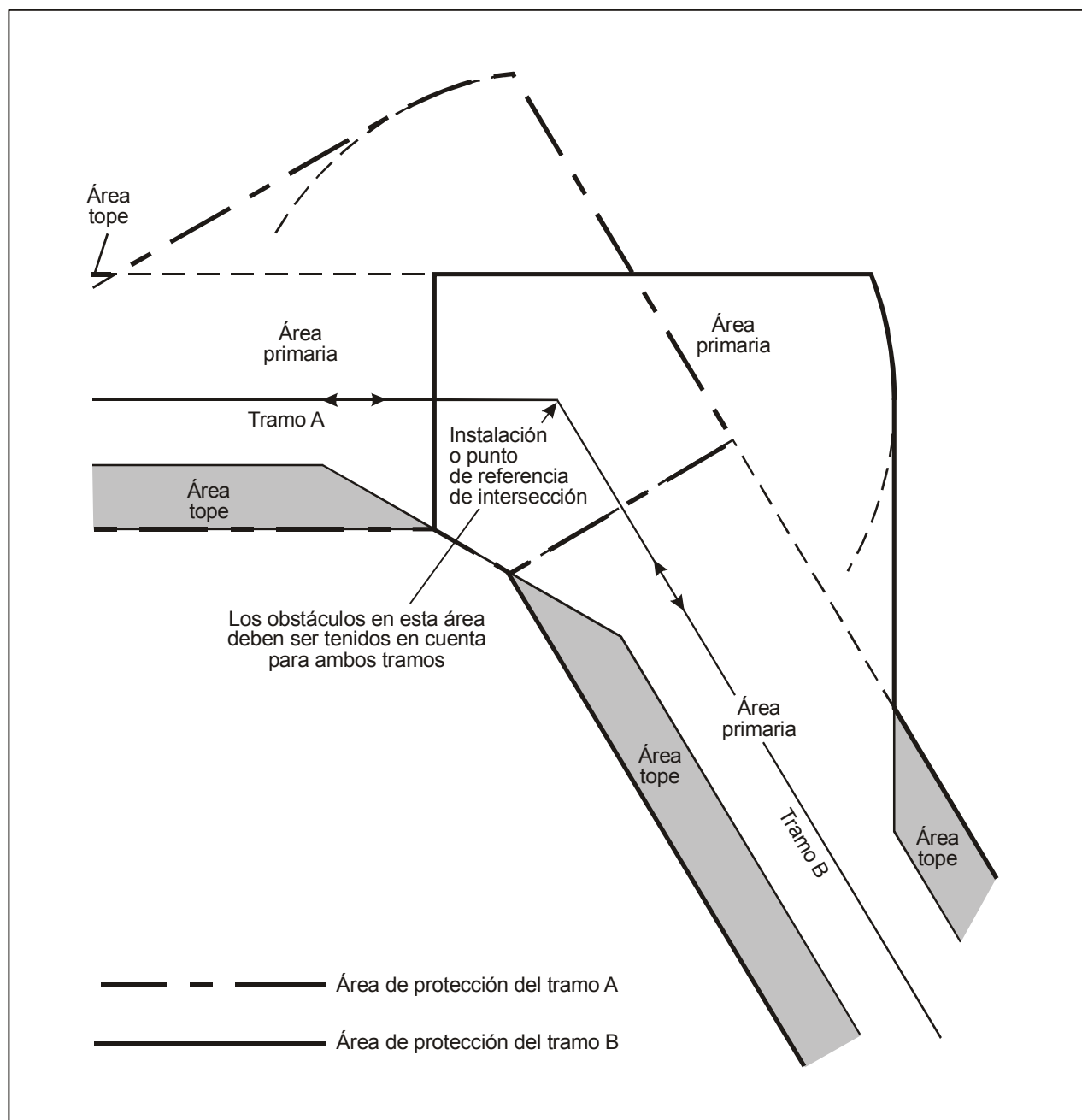
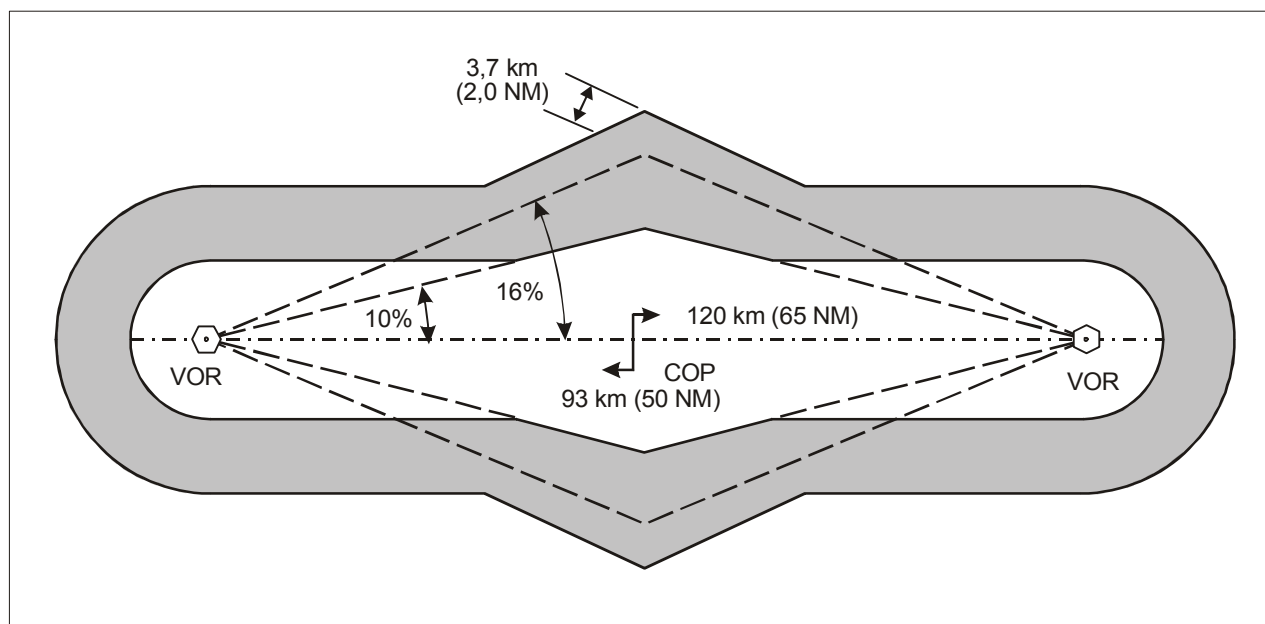


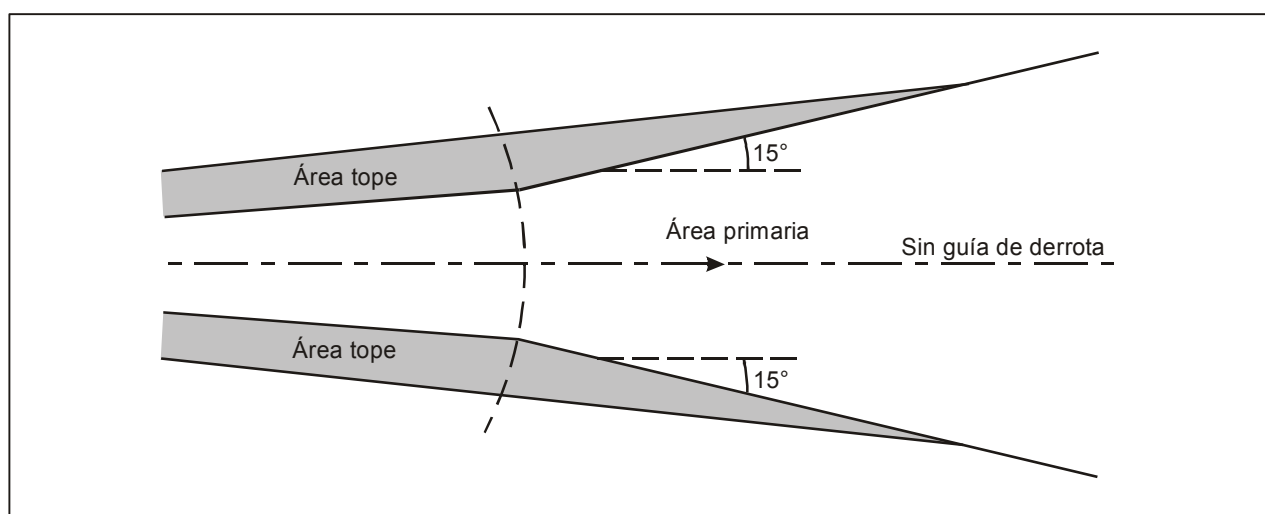
Figura II-3-1-5. Viraje en la vertical de una instalación o en un punto de referencia de intersección



**Figura II-3-1-6. Combinación de áreas de viraje para ambas direcciones del vuelo**



**Figura II-3-1-7. Punto de cambio desplazado. Ejemplo con dos VOR**



**Figura II-3-1-8. Área sin guía de derrota**





## **Apéndice A del Capítulo 1**

# **RUTAS VOR Y NDB — MÉTODO PERFECCIONADO PARA LA CONSTRUCCIÓN DE ÁREAS DE FRANQUEAMIENTO DE OBSTÁCULOS**

### **1. GENERALIDADES**

#### **1.1 Alcance**

El “método perfeccionado” presentado en este apéndice, relacionado con los criterios de franqueamiento de obstáculos para la fase en ruta de un vuelo IFR, puede utilizarse cuando los criterios que figuran en el Capítulo 1 no sean suficientes para resolver restricciones particulares de los obstáculos. Los criterios presentados en este apéndice amplían y/o modifican los criterios presentados en el Capítulo 1.

### **2. ÁREAS DE FRANQUEAMIENTO DE OBSTÁCULOS**

#### **2.1 Áreas primaria y secundaria**

El área de franqueamiento de obstáculos se divide en un área central primaria y dos áreas laterales secundarias que sustituyen a las áreas tope del método estándar descrito en el Capítulo 1.

#### **2.2 Reducciones de las anchuras del área secundaria**

Las áreas secundarias para operaciones en ruta pueden reducirse cuando así lo justifiquen factores como:

- a) cuando se disponga de información pertinente a la experiencia operacional en vuelo;
- b) cuando se efectúe la inspección regular en vuelo de las instalaciones para asegurarse que las señales son mejores que las normalizadas; y/o
- c) cuando se disponga de radar de vigilancia.

### **3. FRANQUEAMIENTO DE OBSTÁCULOS**

Se aplican los criterios contenidos en el Capítulo 1. El MOC del área secundaria disminuye desde el MOC completo del área primaria hasta cero en el borde exterior.

## 4. CONSTRUCCIÓN DE ÁREAS PARA RUTAS VOR Y NDB

### 4.1 VOR

4.1.1 *Anchura constante empezando en la transversal de la instalación.* En el Anexo 11, Adjunto A, se indican valores para la anchura de rutas ATS en las que se navega mediante VOR. Al lado de la instalación, los valores de  $\pm 7,4$  km (4 NM) y  $\pm 11,1$  km (6 NM) corresponden respectivamente a 95% y 99,7% de probabilidad de retención. El primer valor se especifica para los límites del área primaria; el segundo valor, más un valor adicional de 3,7 km (2,0 NM) se aplica a los límites del área secundaria.

4.1.2 *Límites angulares.* Para distancias superiores a 70 km (38 NM) desde la instalación, las tolerancias angulares harán que la anchura del área aumente. (Véase la Figura II-3-1-Ap A-1).

### 4.2 NDB

4.2.1 *Anchura constante empezando en la transversal de la instalación.* Para determinar la anchura de las áreas al lado del NDB, se aplica un factor de 1,25 a los valores especificados en el caso del VOR, como en la Parte II, Sección 2, Capítulos 2 y 3. Los valores resultantes son  $\pm 9,3$  km (5,0 NM) y  $\pm 18,5$  km (10,0 NM). (Véase la Figura II-3-1-Ap A-2).

4.2.2 *Límites angulares.* Para distancias superiores a 60 km (32 NM) desde la instalación, las tolerancias angulares harán que la anchura del área aumente. (Véase la Figura II-3-1-Ap A-2).

### 4.3 Áreas de protección asociadas a virajes

4.3.1 Los virajes pueden efectuarse en la vertical de una instalación o en un punto de referencia.

4.3.2 *Parámetros de viraje.* El viraje se construye en base a los parámetros especificados en el Capítulo 1, 1.4.3.3, “Parámetros de viraje” y los siguientes parámetros adicionales:

- a) tiempo máximo de reacción del piloto: 10 s; y
- b) tiempo de establecimiento de la inclinación lateral: 5 s.

4.3.3 El área de viraje se construye de la siguiente manera (véanse las Figuras II-3-1-Ap A-3 y II-3-1-Ap A-4):

- a) en el borde exterior del viraje se construye una espiral de viento en el límite del área primaria y comenzando a una distancia después del punto nominal de viraje que corresponde a la tolerancia del punto de referencia más 15 segundos de vuelo a la TAS nominal, más un viento de cola máximo. (Para la construcción de la espiral de viento, véase la Parte I, Sección 2, Capítulo 3); el ángulo de convergencia después del viraje es de 30°; la anchura del área secundaria es constante en todo el viraje; y
- b) en el borde interior del viraje, el área primaria se ensancha a partir de un punto situado a una distancia igual a  $r \cdot \tan(\alpha/2)$  antes de la tolerancia del punto de referencia nominal de viraje, con un ángulo igual a la mitad del ángulo de viraje. La anchura del área secundaria es constante durante el viraje.

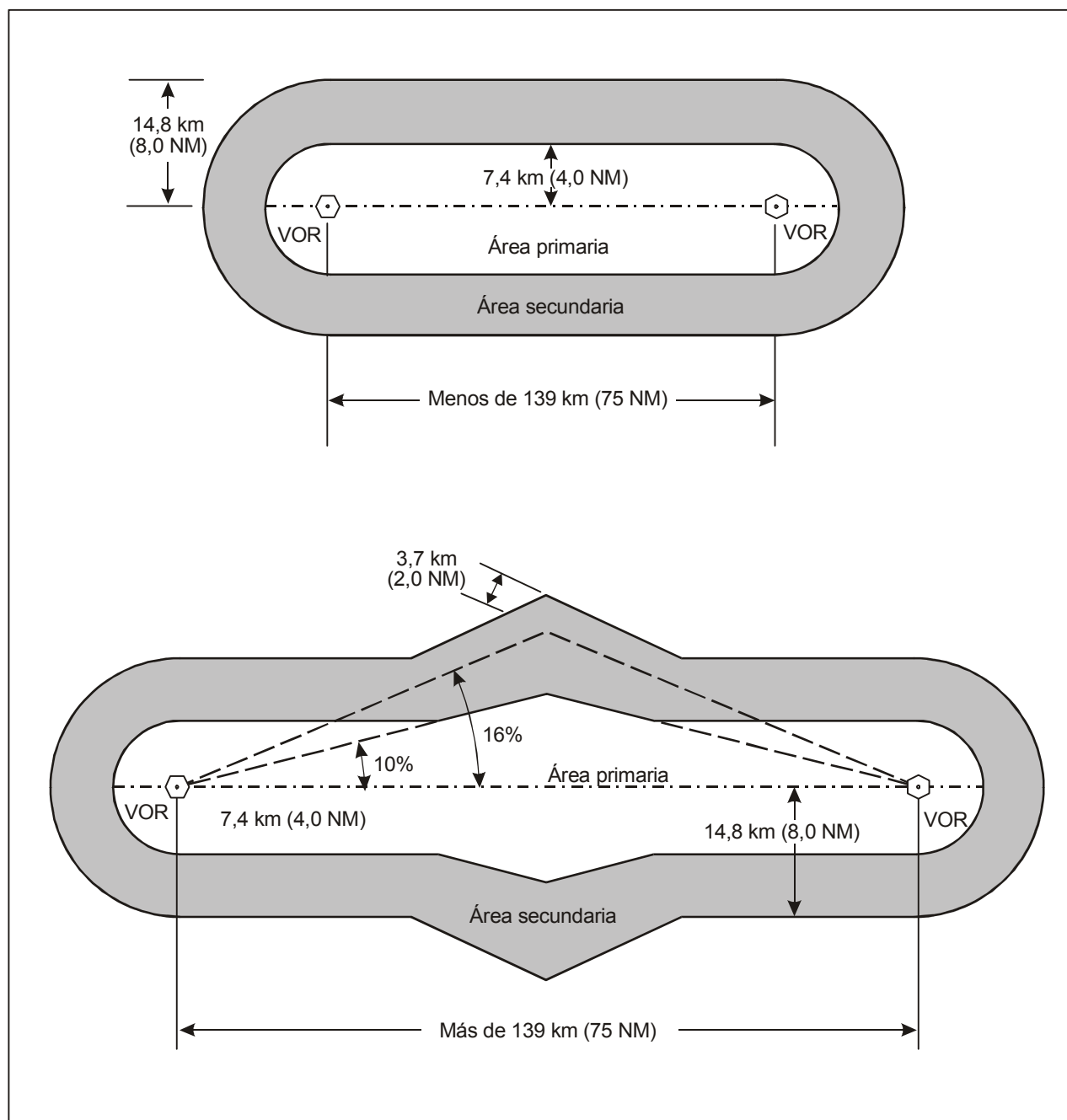
Si en uno de los bordes del viraje el ángulo de convergencia no pudiera utilizarse por ser demasiado ancha el área del tramo al que se entra, se aplica en su lugar un ángulo de ensanchamiento de 15°, medido desde la derrota nominal del tramo al que se entra (véase la Figura II-3-1-Ap A-4).

## **5. PROMULGACIÓN**

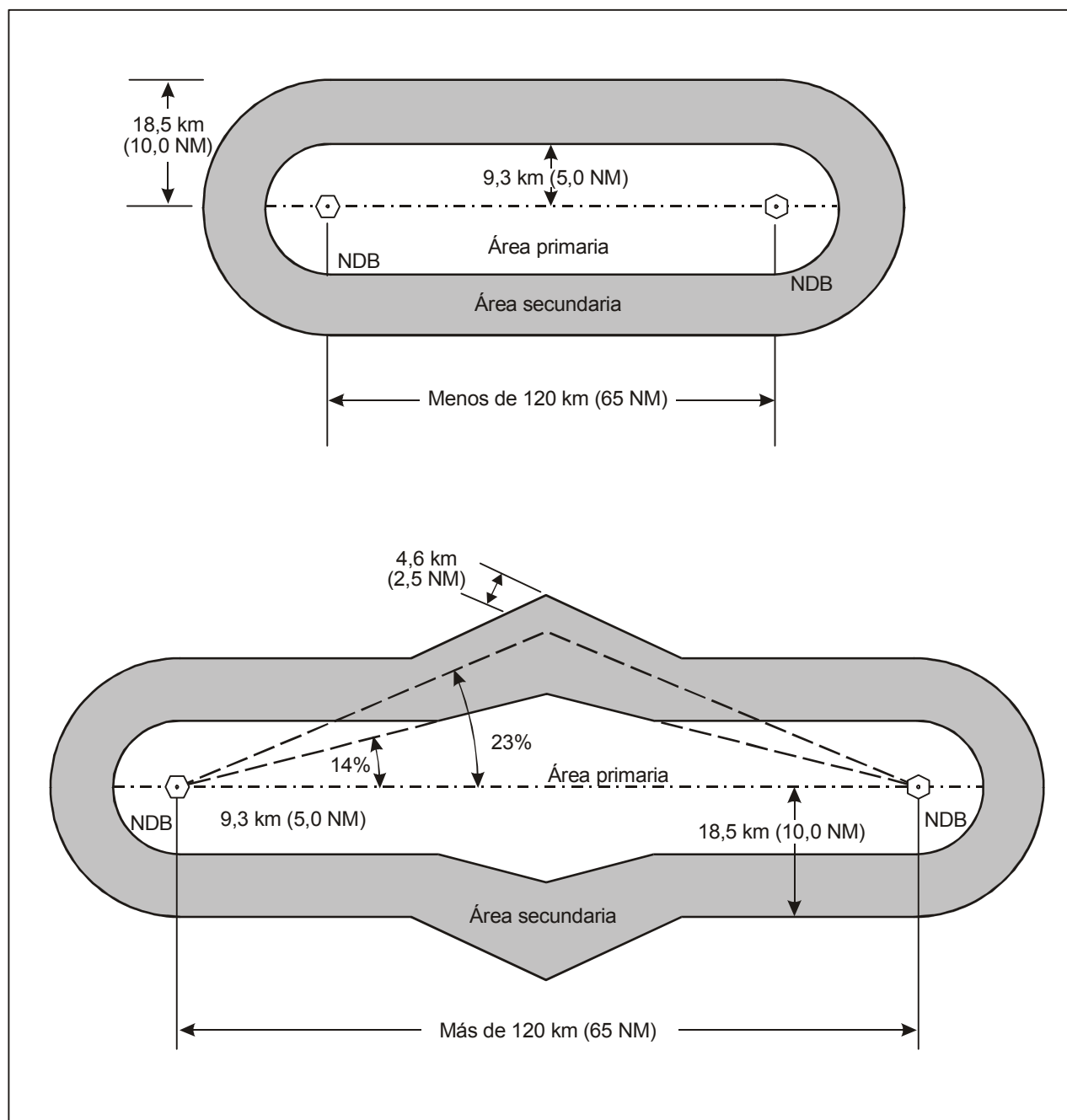
5.1 *Altitud mínima.* Se determinan y publican la altitud mínima de franqueamiento de obstáculos (MOCA) y la altitud mínima en ruta (MEA) para cada tramo de la ruta.

### **5.2 Precisión de utilización del sistema de navegación**

Pueden utilizarse valores de menor precisión con la condición de que se basen en datos estadísticos suficientes. Cuando se utilicen valores distintos, se deberían promulgar.



**Figura II-3-1-Ap A-1. Áreas de franqueamiento de obstáculos para navegación en ruta VOR**



**Figura II-3-1-Ap A-2. Áreas de franqueamiento de obstáculos para navegación en ruta NDB**

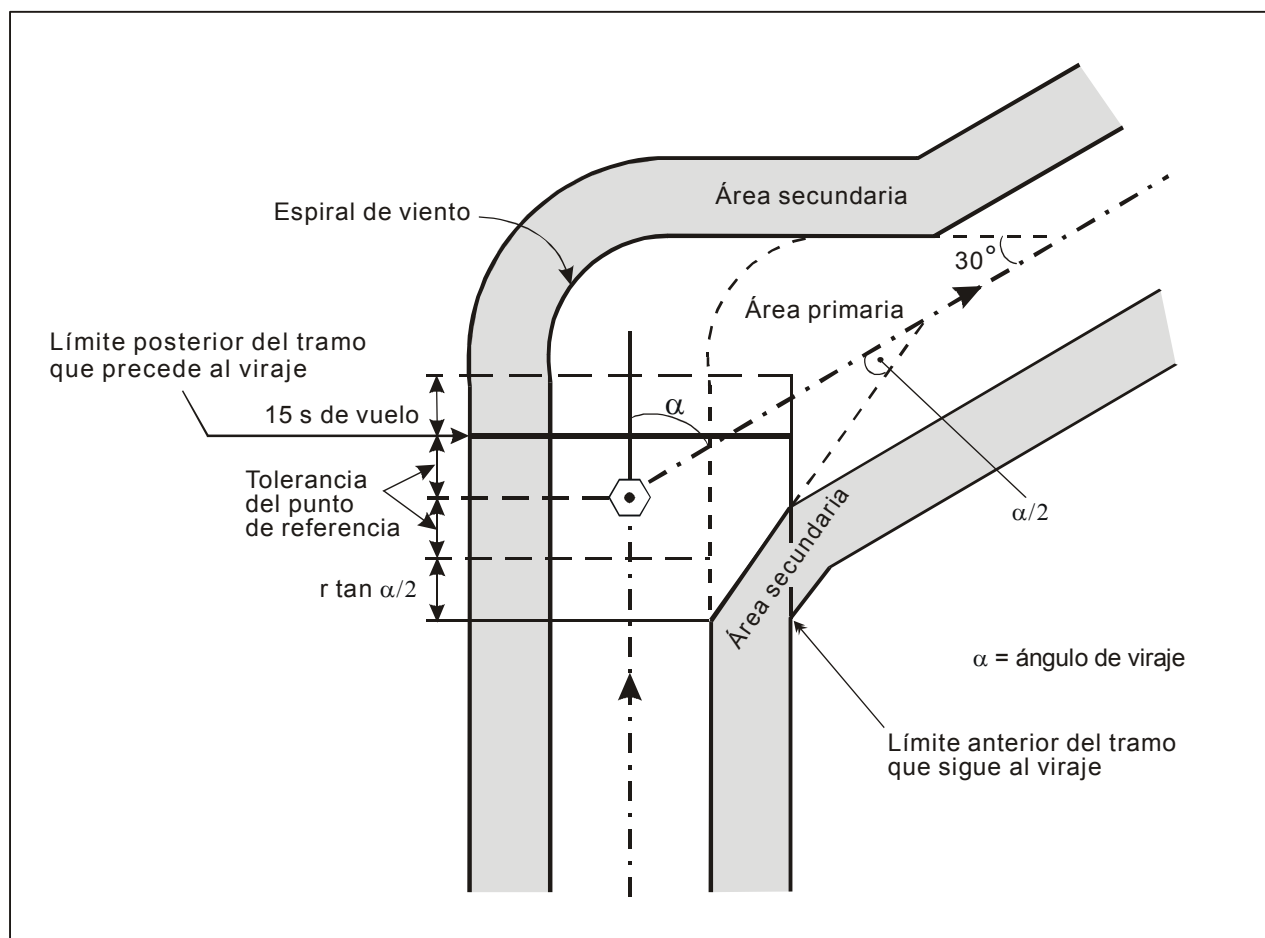


Figura II-3-1-Ap A-3. Viraje en la vertical de una instalación

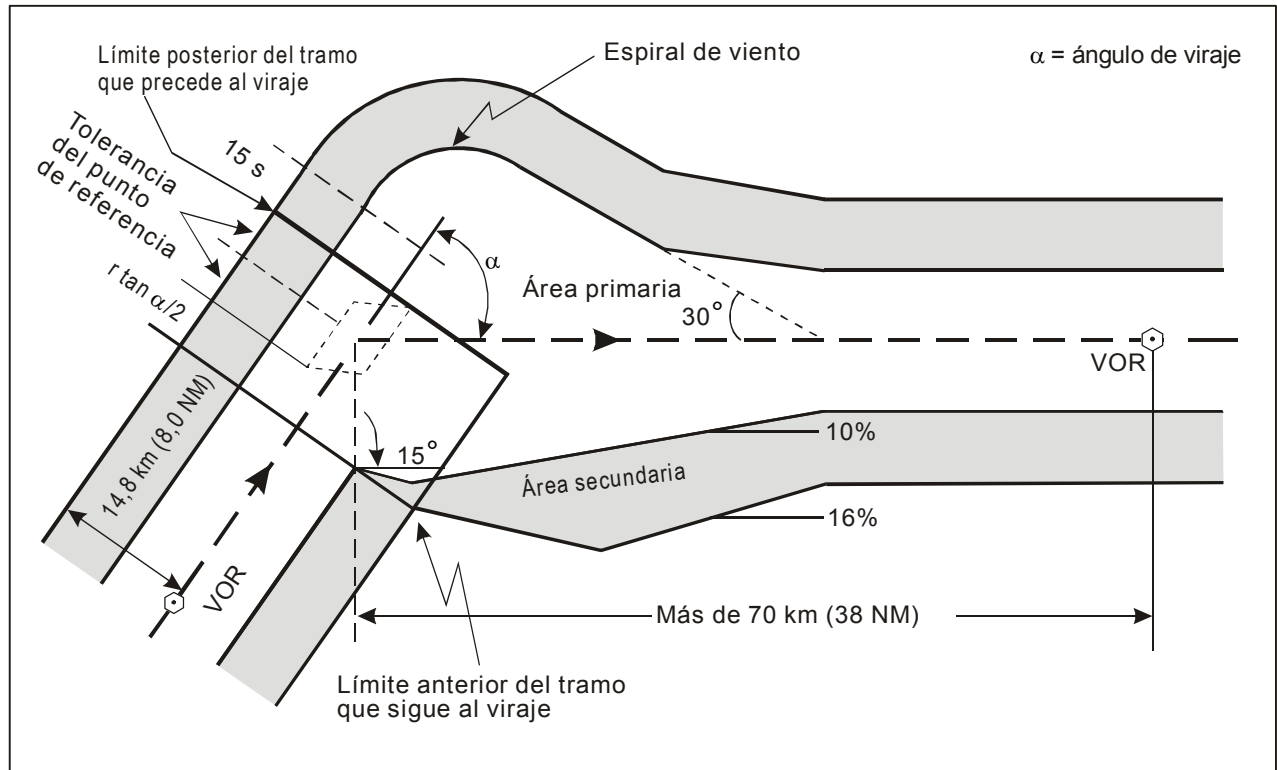


Figura II-3-1-Ap A-4. Viraje en un punto de referencia de intersección





## Apéndice B del Capítulo 1

# CÁLCULOS ESTADÍSTICOS PARA LAS ÁREAS PRIMARIA Y SECUNDARIA Y SUS ÁNGULOS DE ENSANCHAMIENTO

### 1. GENERALIDADES

El área de franqueamiento de obstáculos se divide en un área central primaria y dos áreas tope a ambos lados. El área primaria representa el 95% de probabilidad de retención (2 SD), calculada en base a la media cuadrática de la precisión de utilización del sistema. El área tope/secundaria representa un 99,7% de probabilidad de retención (3 SD), calculada del mismo modo.

### 2. PRECISIÓN DE UTILIZACIÓN DEL SISTEMA DE NAVEGACIÓN

2.1 Los valores de precisión del sistema utilizados en la elaboración de los criterios de franqueamiento de obstáculos se basan en factores de actuación mínima del sistema. Los diversos valores de precisión, considerados como estadísticamente independientes, se combinan en base a la raíz de la suma de los cuadrados (RSS) para obtener límites que corresponden aproximadamente al 95% de probabilidad de retención (2 SD) y límites que corresponden aproximadamente al 99,7% de probabilidad de retención (3 SD).

2.2 Se aplican al VOR los siguientes valores de precisión de utilización del sistema:

- a)  $\pm 3,5^\circ$  de tolerancia del sistema de tierra;
- b)  $\pm 2,7^\circ$  de tolerancia del receptor;
- c)  $\pm 3,5^\circ$  de tolerancia técnica de vuelo; y
- d)  $\pm 1,0^\circ$  de tolerancia del equipo monitor.

2.3 Se aplican al NDB los siguientes valores de precisión de utilización del sistema:

- a)  $\pm 3^\circ$  del equipo de tierra;
- b)  $\pm 5,4^\circ$  del equipo de a bordo; y
- c)  $\pm 5^\circ$  de tolerancia técnica de vuelo.

2.4 *Tolerancias del punto de referencia o de la instalación*

2.4.1 *Tolerancia de intersección del VOR.* La tolerancia de intersección angular del VOR, calculada sin la tolerancia técnica de vuelo, da como resultado un valor del 7,9 % (4,5°).

2.4.2 *Tolerancia de intersección del NDB.* La tolerancia de intersección angular del NDB, calculada sin la tolerancia técnica de vuelo, da como resultado un valor del 10,9 % (6,2°).

2.4.3 *Uso del DME.* Si se dispone de DME, éste puede utilizarse como punto de referencia de viraje. Véanse los valores de precisión del DME en la Parte I, Sección 2, Capítulo 2, 2.4.4, “DME”.

2.4.4 *Tolerancias de la instalación — En preparación.*

### 3. ENSANCHAMIENTO

#### 3.1 *Ensanchamiento del área primaria*

3.1.1 El área primaria se ensancha con un ángulo de:

- a)  $5,7^{\circ}$  (10%) — VOR; y
- b)  $7,95^{\circ}$  (14%) — NDB.

3.1.2 *Cálculos del ensanchamiento del área primaria.* Estos valores se calculan mediante la media cuadrática de los valores de precisión de utilización del sistema según lo indicado en 2.2 y 2.3. Esto proporciona una probabilidad de retención del 95% (2 SD) de  $\pm 9,87\%$  ( $5,64^{\circ}$ ) en el caso del VOR, y de  $\pm 13,96\%$  ( $7,95^{\circ}$ ) en el caso del NDB. El valor del límite del área primaria se redondea al alza hasta  $\pm 10\%$  ( $5,7^{\circ}$ ) en el caso del VOR. El valor del límite del área primaria se redondea al alza hasta  $\pm 14\%$  ( $8,0^{\circ}$ ) en el caso del NDB.

3.2 *Ensanchamiento del área tope/área secundaria.* El área tope/área secundaria se ensancha con un ángulo de:

- a)  $9,1^{\circ}$  (15,86%) — VOR; y
- b)  $13,0^{\circ}$  (23%) — NDB.

3.3 *Cálculos del ensanchamiento del área tope/área secundaria para el VOR.* En el cálculo del 99,7% de probabilidad de retención (3 SD), se considera  $\pm 1,0^{\circ}$  de tolerancia del equipo monitor en sustitución de  $1,5$  H  $3,5^{\circ}$  de tolerancia del sistema de tierra por un valor máximo de  $3,5^{\circ} + 1,0^{\circ} = 4,5^{\circ}$ . La combinación basada en la raíz de la suma de los cuadrados da un límite 3 SD de  $\pm 14,08\%$  ( $8,01^{\circ}$ ). Se añade un valor de  $\pm 1,0^{\circ}$  dando como resultado un límite total del área de  $\pm 15,86\%$  ( $9,01^{\circ}$ ). El ensanchamiento del área total se redondea al alza hasta  $\pm 16\%$  ( $9,1^{\circ}$ ). (Véase la Figura II-3-1-2 del Capítulo 3).

3.4 *Cálculos del ensanchamiento del área tope/área secundaria para el NDB.* El cálculo del 99,7% de probabilidad de retención (3 SD) y la adición de un área tope de  $\pm 1,0^{\circ}$  da como resultado un límite del área total de  $\pm 22,94\%$  ( $12,92^{\circ}$ ). El ensanchamiento del área total se redondea al alza hasta  $\pm 23\%$  ( $13,0^{\circ}$ ).

#### **Sección 4**

### **CRITERIOS DE ESPERA**



# Capítulo 1

## CRITERIOS DE ESPERA

*Nota 1.— En la “Lista de requisitos operacionales” de la Circular 126 de OACI, se proporciona orientación relativa a los parámetros de las áreas de espera para aviones supersónicos de transporte (SST).*

*Nota 2.— Los criterios que figuran en esta parte se refieren a los circuitos de espera con virajes a la derecha. Si no prevalecen consideraciones operacionales, deberán establecerse circuitos de espera con virajes a la derecha. En el caso de circuitos de espera con virajes a la izquierda, los procedimientos de entrada y de espera correspondientes son simétricos con respecto a la derrota de espera en acercamiento.*

### 1.1 FORMA Y TERMINOLOGÍA RELACIONADAS CON EL CIRCUITO DE ESPERA

La forma y la terminología relacionadas con el circuito de espera se ilustran en la Figura II-4-1-1.

### 1.2 PROCEDIMIENTOS DE ENTRADA Y DE ESPERA

La construcción de un circuito de espera se basará en los siguientes procedimientos de entrada y de espera descritos a continuación.

#### 1.2.1 Procedimientos de entrada

*Nota.— Para satisfacer condiciones locales, los Estados podrán autorizar variaciones respecto al procedimiento básico, después de las consultas pertinentes con los explotadores interesados.*

##### 1.2.1.1 Sectores de entrada

1.2.1.1.1 La entrada al circuito de espera se efectuará según el rumbo con relación a los tres sectores de entrada que aparecen en la Figura II-4-1-2. Existe una zona de flexibilidad de 5° a cada lado de los límites del sector.

1.2.1.1.2 En el caso de esperas en intersecciones VOR o en puntos de referencia VOR/DME, las entradas se limitarán a los radiales. Sin embargo, los criterios disponen también lo necesario para la protección de las entradas a lo largo de los arcos DME, pero éstos deberían designarse solamente en caso de dificultad operacional específica que impida el uso de otros procedimientos de entrada.

##### 1.2.1.2 Procedimiento para el Sector 1 (entrada paralela)

- a) Una vez alcanzado el punto de referencia, la aeronave virará para seguir un rumbo de alejamiento (a una derrota paralela a la derrota de acercamiento) durante un período de tiempo, o una distancia, apropiados; seguidamente
- b) virará a la izquierda hacia el lado de espera para interceptar la derrota de acercamiento o para regresar al punto de referencia.

### 1.2.1.3 Procedimiento para el Sector 2 (entrada desplazada)

- a) Una vez alcanzado el punto de referencia, la aeronave virará para seguir un rumbo tal que la derrota forme un ángulo de 30° con el sentido contrario a la derrota de acercamiento en el lado de espera; y
- b) volará alejándose:
  - 1) durante el período de tiempo adecuado, cuando se especifique cronometraje; o
  - 2) hasta alcanzar la distancia DME apropiada, cuando se especifique distancia; o
  - 3) cuando se especifique también un radial limitador, sea:
    - i) hasta alcanzar el radial; sea
    - ii) hasta alcanzar la distancia DME apropiada, de ambos eventos el que ocurra antes; y seguidamente
- c) virará a la derecha para interceptar la derrota de acercamiento hacia el punto de referencia de espera.

### 1.2.1.4 Procedimiento para el Sector 3 (entrada directa)

Una vez alcanzado el punto de referencia, la aeronave virará a la derecha y seguirá el circuito de espera.

### 1.2.1.5 Procedimiento especial de entrada en la espera VOR/DME

1.2.1.5.1 Para entrar en un circuito de espera VOR/DME puede establecerse un radial de entrada hasta un punto de referencia secundario al final del tramo de alejamiento [véase la Figura II-4-1-3 a) y b)]. En este caso no están permitidas las entradas por los Sectores 1 y 2.

1.2.1.5.2 Se entrará directamente en el circuito de espera siguiendo el radial de entrada o mediante el procedimiento de entrada por el Sector 3. Al llegar al punto de referencia secundario, la aeronave virará a la derecha y seguirá el circuito de espera. En este caso, el radial de entrada se publicará y se representará claramente.

## 1.2.2 Procedimientos de espera

1.2.2.1 Una vez efectuada la entrada en el sector, y alcanzado el punto de referencia por segunda vez (o después de completar el subsiguiente circuito de espera) la aeronave virará a una derrota de alejamiento:

- a) durante el período de tiempo adecuado, si se especifica cronometraje; o
- b) hasta alcanzar la distancia DME apropiada si se especifica distancia; y
- c) una vez finalizado el tramo de alejamiento, la aeronave se dispondrá a virar a la derrota de acercamiento, contando con el efecto del viento; y seguidamente

virará para interceptar la derrota de acercamiento al punto de referencia de espera.

1.2.2.2 Véase 1.3.2, “Cronometraje y distancia” respecto a la aplicación de limitaciones de distancia y cronometraje.

### 1.3 CONSTRUCCIÓN DE LAS ÁREAS DE ESPERA

#### 1.3.1 Método de construcción

1.3.1.1 Las áreas de espera se construirán mediante un método basado en los parámetros dados y las condiciones especificadas en esta parte. Un método práctico consiste en construir una plantilla de espera que contenga todos los factores que pueden causar que la aeronave se desvíe del circuito de espera nominal. Los límites del área de espera se definen aplicando esta plantilla a los límites del área de tolerancia del punto de referencia.

1.3.1.2 Los detalles sobre la construcción y aplicación de este método de la plantilla de espera se describen en la Parte I, Sección 4, Capítulo 3, Adjunto A, mientras que en el *Manual de plantillas para los procedimientos de espera, inversión e hipódromo* (Doc 9371) pueden encontrarse modelos de plantillas típicas.

1.3.1.3 Los cálculos asociados a la construcción de las áreas de espera básicas y sus respectivas áreas de entrada omnidireccional requieren el uso de los parámetros descritos en 1.3.2 a 1.3.10 inclusive.

1.3.1.4 *Aeronaves en espera a 520 km/h (280 kt)/0,8 Mach.* Deberá considerarse la posibilidad de que haya aeronaves en espera con velocidad indicada de 520 km/h (280 kt)/0,8 Mach en condiciones de turbulencia. Cuando el área de espera no pueda dar cabida a aeronaves en espera a 520 km/h (280 kt)/0,8 Mach, deberían establecerse los procedimientos de control de tránsito aéreo (ATC) adecuados para atender a las aeronaves que soliciten dicha velocidad.

*Nota.— Tales procedimientos ATC pueden consistir en medidas para proteger el espacio aéreo adicional, o en la emisión de un nuevo permiso que incluya la espera fuera de las áreas de espera normales, o en una desviación.*

#### 1.3.2 Cronometraje y distancia

##### 1.3.2.1 Comienzo del cronometraje

El cronometraje de alejamiento comienza al pasar por la transversal al punto de referencia o al tomar el rumbo de alejamiento, lo que ocurra más tarde.

##### 1.3.2.2 Cronometraje de alejamiento

1.3.2.2.1 *Cronometraje de aviones.* Para determinar la longitud del tramo de alejamiento basándose en el tiempo de vuelo efectuado, el cronometraje de alejamiento debería ser:

- a) de un minuto hasta 4 250 m (14 000 ft) inclusive; y
- b) de un minuto y medio por encima de 4 250 m (14 000 ft);

no obstante, puede aumentarse con la condición de que el espacio aéreo protegido se ajuste de acuerdo con los principios contenidos en este capítulo.

1.3.2.2.2 *Cronometraje de helicópteros.* El cronometraje de alejamiento debería ser:

- a) de un minuto hasta 1 830 m (6 000 ft) inclusive; y
- b) según los criterios para aeronaves de ala fija Categoría A por encima de 1 830 m (6 000 ft).

### 1.3.2.3 Distancia de alejamiento

La distancia de alejamiento DME especificada debería expresarse en términos de distancia recorrida durante un minuto de vuelo, por lo menos, a la velocidad TAS elegida. En tal caso, debe asegurarse que:

- a) quedarán por lo menos 30 segundos disponibles en la derrota de acercamiento una vez finalizado el viraje de acercamiento; y que
- b) se tiene en cuenta el alcance oblicuo.

### 1.3.2.4 Radial límite

En el caso de una espera alejándose de la estación, cuando la distancia desde el punto de espera a la estación VOR/DME sea tan corta que la derrota de alejamiento más desfavorable o la derrota de entrada por el Sector 2 estén más allá de la distancia límite del DME, deberá especificarse un radial límite. También podrá especificarse un radial límite cuando la preservación del espacio aéreo sea esencial.

*Nota.— El radial límite partirá del VOR/DME en que se basa la espera. (Véase 4.4).*

## 1.3.3 Velocidad indicada

### 1.3.3.1 Generalidades

1.3.3.1.1 Las áreas han de calcularse y trazarse para la categoría de aeronaves más rápidas. Las velocidades indicadas que se incluyen en la Tabla II-4-1-2 deberían utilizarse para calcular las áreas de espera.

1.3.3.1.2 Aunque el área calculada en base a aeronaves de baja velocidad [es decir, 165 km/h (90 kt)] con vientos fuertes en algunos lugares puede ser mayor que el área construida de este modo, se considera que los ajustes operacionales normales efectuados por los pilotos de estas aeronaves bastarán para mantenerlas dentro del área.

1.3.3.1.3 Para la conversión de velocidad indicada a velocidad verdadera, véanse las consideraciones sobre temperatura en 1.3.7, “Temperatura”, y el Apéndice A de este capítulo.

*Nota.— Las velocidades de la Tabla II-4-1-2 se han convertido y redondeado al múltiplo de 5 más próximo por razones operacionales y se consideran equivalentes desde el punto de vista de la seguridad operacional.*

### 1.3.3.2 Velocidades aerodinámicas

Las velocidades en las que se basa el área de espera deberían publicarse.

### 1.3.3.3 Velocidades de entrada con capacidad limitada de determinación de la posición de la aeronave

Cuando las posibilidades de determinar la posición de la aeronave antes de llegar al punto de referencia de espera sean limitadas, la autoridad competente debería considerar la planificación de áreas de espera para velocidades de entrada iniciales mayores que las prescritas.



### 1.3.4 Ángulo de inclinación lateral o velocidad angular de viraje

El ángulo de inclinación lateral que ha de tomarse en consideración debería ser de 25°. La formula para obtener la velocidad angular de viraje en función del ángulo de inclinación lateral se indica en el Apéndice A de este capítulo. La velocidad angular de viraje, en función del ángulo de inclinación lateral también puede obtenerse de los gráficos incluidos en el Apéndice A de este capítulo, Figuras II-4-1-Ap A-1 y II-4-1-Ap A-2.

### 1.3.5 Precisión de navegación

Los valores de precisión requeridos en la construcción de las áreas de espera figuran en la Parte I, Sección 2, Capítulo 2, 2.3.3, “Precisión de utilización del sistema para VOR, NDB y LLZ”.

### 1.3.6 Velocidad del viento

1.3.6.1 Si se dispone de datos estadísticos de viento, en los cálculos deberían utilizarse vientos de cualquier dirección a su velocidad máxima dentro del 95% de probabilidades. Sin embargo, en lugar de dichos vientos de cualquier dirección pueden utilizarse las componentes de la velocidad del viento obtenidas del 95% de los datos estadísticos.

1.3.6.2 Si no se dispone de datos estadísticos, deberían utilizarse vientos de cualquier dirección calculados ya sea en base a las fórmulas del Apéndice A de este capítulo, 6.6, o en base a los datos tomados del gráfico del Apéndice A de este capítulo (Figura II-4-1-Ap A-4).

*Nota.— Cuando dos áreas de circuito de espera adyacentes se solapen, se podrá considerar que estos circuitos están separados lateralmente, siempre que el Estado interesado compruebe que son necesarios vientos de direcciones diferentes para que se produzca la incompatibilidad. El área de espera básica y el área de entrada deberían aplicarse para determinar la separación lateral entre cada circuito y otras áreas de probabilidad adyacentes, como por ejemplo las rutas aéreas.*

### 1.3.7 Temperatura

Cuando se disponga de información climatológica, para los cálculos debería utilizarse la temperatura máxima dentro del 95% de probabilidades. Cuando no se disponga de información climatológica adecuada, debería utilizarse el gradiente térmico de la atmósfera estándar internacional (ISA) más 15°C. El gráfico de ISA + 15°C se encuentra en el Apéndice A de este capítulo (Figura II-4-1-Ap A-5). Las tablas de conversión de velocidad indicada a velocidad verdadera a una temperatura ISA + 15°C figuran en el Apéndice A de este capítulo (Tablas II-4-1-Ap A-1 y II-4-1-Ap A-2).

### 1.3.8 Niveles de vuelo

Cuando un área de espera deba aplicarse a un bloque de niveles de vuelo, debería aplicarse *solamente* al nivel de vuelo para el que ha sido trazada, o *por debajo* del mismo.

### 1.3.9 Tolerancia técnica de vuelo

Las tolerancias de esta sección se aplican como se indica en la Parte I, Sección 4, Capítulo 3, Figura I-4-3-8.

1.3.9.1 *Tolerancia del punto de referencia.* Al sobrevolar el punto de referencia, al área de tolerancia de la posición del punto de referencia se aplicará una tolerancia total de 11 segundos. Esta tolerancia se compone de:

- a) 6 segundos de tolerancia para tiempo de reacción del piloto; y
- b) 5 segundos para el establecimiento de la inclinación lateral.

1.3.9.2 *Tolerancia del tramo de alejamiento.* En el tramo de alejamiento, se aplicará una tolerancia total de entre + 15 segundos y – 5 segundos, compuesta de:

- a)  $\pm 10$  segundos de tolerancia para el cronometraje; y
- b) 5 segundos para el establecimiento de la inclinación lateral.

1.3.9.3 *Tolerancia de la distancia DME.* Cuando se utilice DME, a la tolerancia de la distancia DME debería aplicarse una tolerancia de 11 segundos.

### 1.3.10 Tolerancia de rumbo

Deberá permitirse una tolerancia de rumbo de  $\pm 5^\circ$  para el tramo de alejamiento del circuito.

### 1.3.11 Efecto de la derrota de entrada en las dimensiones del área básica de espera

El área de los circuitos de espera se ajustará, para los distintos tipos de entradas, aplicando a los procedimientos de entrada los parámetros de 3.2 a 3.10 inclusive. Generalmente, esto requiere extender el espacio aéreo correspondiente al área básica (véase 1.3.12, “Margen de franqueamiento de obstáculos”).

### 1.3.12 Margen de franqueamiento de obstáculos

1.3.12.1 *Componentes del área de espera.* El área de espera incluye el área básica de espera, el área de entrada y el área tope:

- a) el área básica de espera, a un nivel determinado, es el espacio aéreo requerido a dicho nivel para abarcar un circuito de espera normalizado, teniendo en cuenta las tolerancias de velocidad de la aeronave, el efecto del viento, los errores de cronometraje, las características del punto de referencia, etc;
- b) el área de entrada incluye el espacio aéreo necesario para permitir la realización de los procedimientos de entrada especificados;
- c) el área tope es aquella que se extiende 9,3 km (5,0 NM) [Cat H, 3,7 km (2 NM)] a una altura de 1 830 m (6 000 ft) o por debajo de la misma más allá del límite del área de espera. En el área tope, la altura y naturaleza de los obstáculos se tendrán en cuenta al determinar el nivel mínimo de espera utilizable en el circuito de espera.

#### 1.3.12.2 MOC

1.3.12.2.1 El nivel mínimo de espera permisible proporcionará un margen de franqueamiento de obstáculos de, al menos:

- a) 300 m (984 ft) por encima de los obstáculos en el área de espera; y
- b) un valor adecuado, obtenido de la Tabla II-4-1-1, por encima de los obstáculos en el área tope. Este valor disminuye escalonadamente hacia el exterior.

1.3.12.2.2 *Franqueamiento de obstáculos sobre terreno elevado.* Sobre terreno elevado, o en zonas montañosas, se proveerá un margen de franqueamiento de obstáculos de hasta 600 m (1 969 ft) para tener en cuenta los posibles efectos de las turbulencias, las corrientes descendentes y otros fenómenos meteorológicos que afectan al funcionamiento de los altímetros, según se indica en los textos de orientación de la Parte II, Sección 4, Capítulo 1, Apéndice B. (Véase también la Figura II-4-1-4. Para Cat H, véase la Figura II-4-1-5).

## **1.4 CONDICIONES ESPECIALES PARA LA PLANIFICACIÓN DE PROCEDIMIENTOS DE ESPERA VOR/DME Y LA CONSTRUCCIÓN DE LAS ÁREAS CORRESPONDIENTES**

### **1.4.1 Generalidades**

Se aplican las disposiciones generales de las Secciones 1.1, 1.2 y 1.3 de este capítulo. La información contenida en la Parte I, Sección 4, Capítulo 3, Apéndice A, debería utilizarse para el cálculo y la construcción del área de espera.

### **1.4.2 Requisitos de los sistemas VOR/DME**

El uso de sistemas VOR/DME está limitado por los siguientes requisitos:

- a) el área de espera debe estar dentro de la cobertura operacional designada del VOR y DME;
- b) el cono de ambigüedad del VOR:
  - 1) no debe solaparse con el área de espera en caso de espera alejándose de la estación; y
  - 2) no debe solaparse con el punto de referencia de espera en caso de espera acercándose a la estación;
- c) la distancia mínima útil en tierra no debe solaparse con el punto de referencia de espera ni con la distancia límite del tramo de alejamiento; y
- d) las instalaciones VOR y DME deben tener un emplazamiento común y la derrota de acercamiento debe estar alineada con el radial VOR especificado.

La distancia mínima útil en tierra hasta un punto de referencia de espera VOR/DME está sometida a las limitaciones de la Parte I, Sección 2, Capítulo 2, 2.6.1, “Distancia mínima útil en tierra hasta un punto de referencia VOR/DME”.

### **1.4.3 Radio del arco DME**

1.4.3.1 Si se utiliza un arco DME para proporcionar guía de derrota en la entrada al circuito de espera, el radio del arco no será de menos de 13 km (7 NM).

1.4.3.2 Pueden autorizarse variaciones para satisfacer condiciones locales, después de efectuar las consultas pertinentes con los explotadores interesados.

#### 1.4.4 Procedimientos preferibles para las operaciones

Siempre que sea posible, se utilizarán los siguientes procedimientos:

- a) la derrota de acercamiento debería estar orientada hacia la instalación. Sin embargo, si fuera necesario efectuar la espera alejándose de la estación, se debería escoger una distancia de espera tal que no fuese necesario seguir un radial límite; y
- b) la entrada al circuito debería efectuarse a lo largo de la derrota de acercamiento hasta el punto de referencia de espera.

*Nota 1.— La entrada puede hacerse con ayuda radar, estableciendo un punto de referencia para la navegación más allá del circuito de espera en la prolongación de la derrota de acercamiento, etc.*

*Nota 2.— Las entradas en arcos DME deberían designarse solamente en caso de dificultad operacional específica que impida el uso de otros procedimientos de entrada.*

*Nota 3.— Los procedimientos de entrada desde otras instalaciones para la navegación pueden requerir espacio aéreo protegido adicional.*

#### 1.4.5 Efecto de cono del VOR

Al calcular el área de efecto de cono del VOR y las conversiones del alcance oblicuo DME, debe considerarse la altura por encima de la instalación (hl) (véase el Apéndice A de este capítulo, 6.4 y 6.5).

### 1.5 PROMULGACIÓN

#### 1.5.1 Procedimiento especial de entrada de espera VOR/DME

1.5.1.1 Para entradas a un circuito de espera VOR/DME, se puede establecer un radial de entrada a un punto de referencia secundario en el extremo del tramo de alejamiento [véase la Figura II-4-1-3 a) y b)]. En este caso, no están permitidas las entradas por los Sectores 1 y 2.

1.5.1.2 Se podrá entrar al circuito de espera directamente siguiendo el radial de entrada o según el procedimiento de entrada por el Sector 3. Una vez alcanzado el punto de referencia secundario, la aeronave virará a la derecha y seguirá el circuito de espera. En este caso, el radial de entrada se publicará y se representará claramente.

#### 1.5.2 Velocidades aerodinámicas

1.5.2.1 Las velocidades en las que se basa el área de espera deberían publicarse.

##### 1.5.2.2 Distancias de alcance oblicuo para esperas VOR/DME

1.5.2.2.1 La distancia del punto de referencia de espera y la distancia límite de alejamiento se expresarán en kilómetros enteros (millas marinas) así como el alcance oblicuo desde la estación DME.

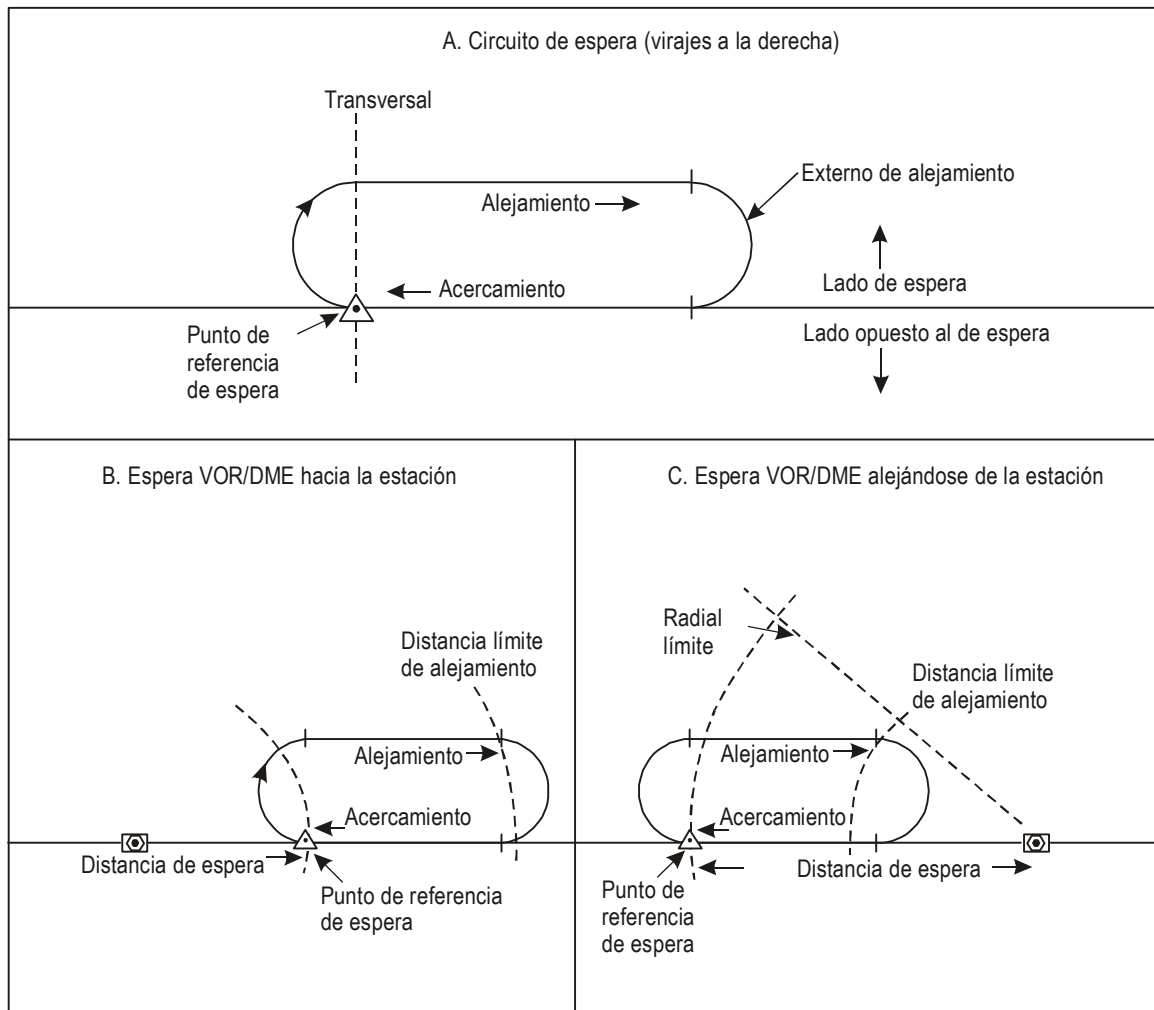
1.5.2.2.2 El alcance oblicuo mencionado, junto con el radial límite (cuando se especifique) se publicarán en la carta aeronáutica apropiada para uso del piloto.

**Tabla II-4-1-1. Margen mínimo de franqueamiento de obstáculos en el área tope por encima de terreno bajo y llano**

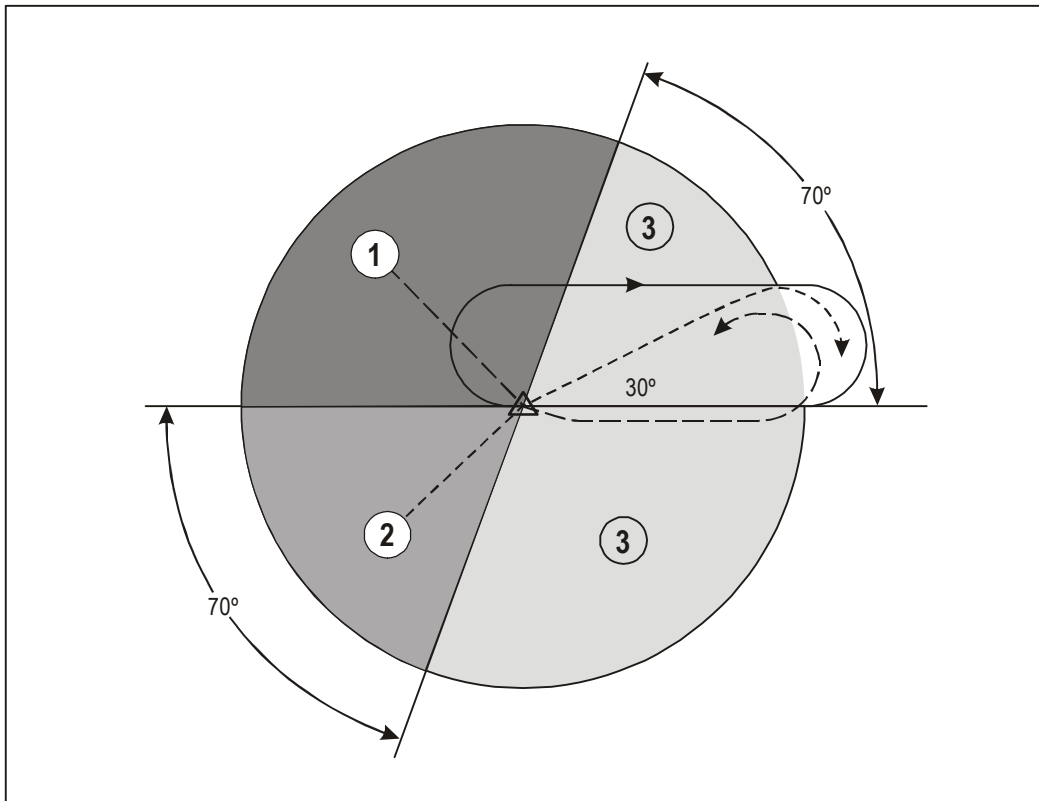
<i>Distancia más allá del límite del área de espera</i>		<i>Margen mínimo de franqueamiento de obstáculos por encima de terreno bajo y llano</i>	
<i>Kilómetros</i>	<i>Millas marinas</i>	<i>Metros</i>	<i>Pies</i>
0 a 1,9	0 a 1,0	300	984
1,9 a 3,7	1,0 a 2,0	150	492
3,7 a 5,6	2,0 a 3,0	120	394
5,6 a 7,4	3,0 a 4,0	90	294
7,4 a 9,3	4,0 a 5,0	60	197
Categoría H			
0 a 3,7	0 a 2,0	lineal	lineal
		300 a 0	984 a 0

**Tabla II-4-1-2. Velocidades aerodinámicas para la construcción del área de espera**

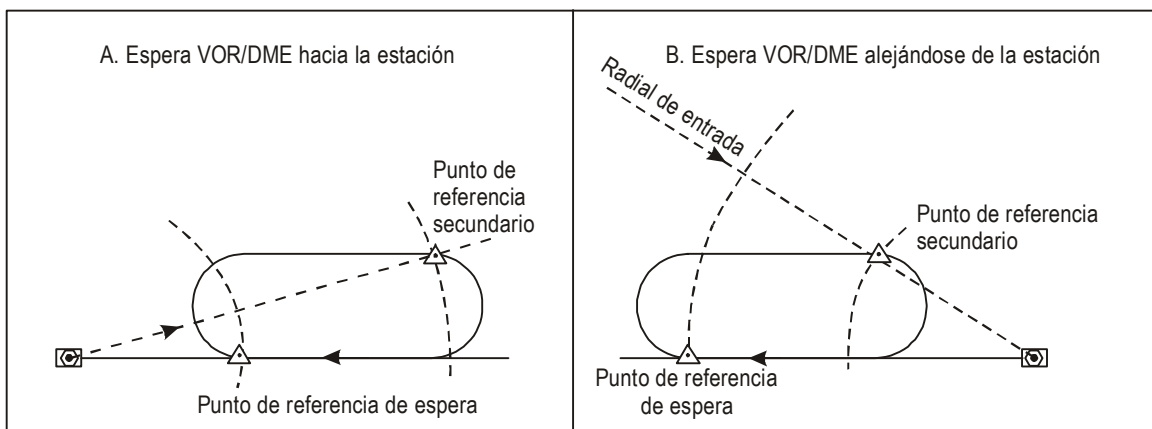
<i>Niveles<sup>1</sup></i>	<i>Condiciones normales</i>	<i>Condiciones de turbulencia</i>
Helicópteros hasta 1 830 m (6 000 ft) inclusive	185 km/h (100 kt)	
Hasta 4 250 m (14 000 ft) inclusive	425 km/h (230 kt) <sup>2</sup> 315 km/h (170 kt) <sup>4</sup>	520 km/h (280 kt) <sup>3</sup> 315 km/h (170 kt) <sup>4</sup>
Más de 4 250 m (14 000 ft) hasta 6 100 m (20 000 ft) inclusive Más de 6 100 m (20 000 ft) hasta 10 350 m (34 000 ft) inclusive	445 km/h (240 kt) <sup>5</sup>  490 km/h (265 kt) <sup>5</sup>	520 km/h (280 kt) o 0,8 Mach, lo que sea menor <sup>3</sup>
Más de 10 350 m (34 000 ft)	0,83 Mach	0,83 Mach
<ol style="list-style-type: none"> <li>Los niveles de esta tabla representan <i>altitudes</i> o los correspondientes <i>niveles de vuelo</i>, dependiendo del reglaje de altímetro utilizado.</li> <li>Cuando al procedimiento de espera le sigue el tramo inicial de un procedimiento de aproximación por instrumentos promulgado para una velocidad superior a 425 km/h (230 kt), también deberá promulgarse la espera a esta velocidad superior, siempre que sea posible.</li> <li>Véase 1.3.1.4, “Aeronaves en espera a 520 km/h (280 kt)/0,8 Mach”.</li> <li>Solamente para esperas de aeronaves Cat A y B, y Cat H por encima de 1 830 m (6 000 ft).</li> <li>Siempre que sea posible, para procedimientos de espera asociados con estructuras de aerovías deberá utilizarse una velocidad de 520 km/h (280 kt).</li> </ol>		



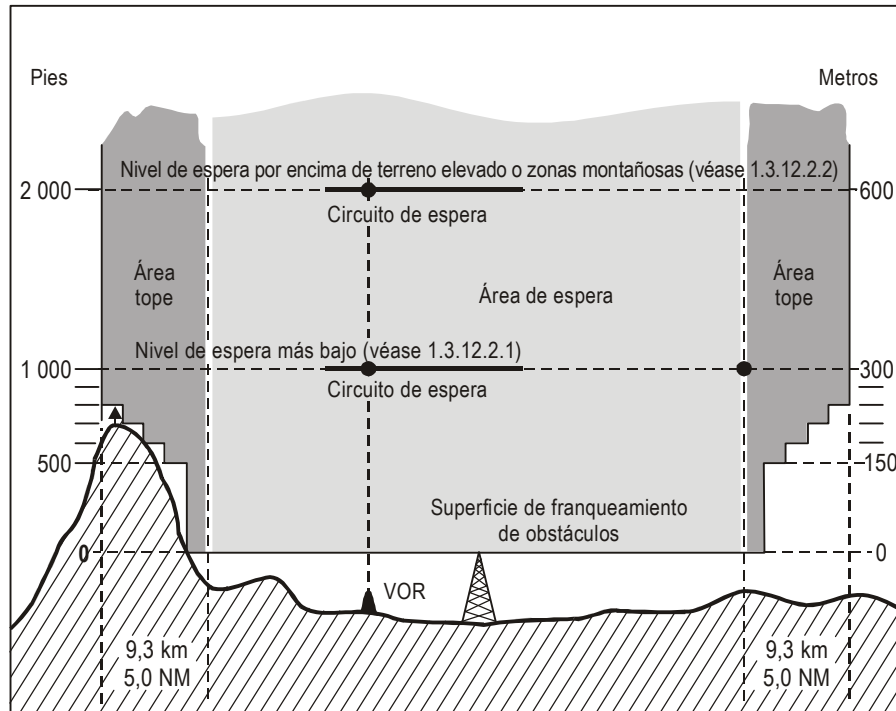
**Figura II-4-1-1. Forma y terminología asociada a circuitos de espera con virajes a la derecha**



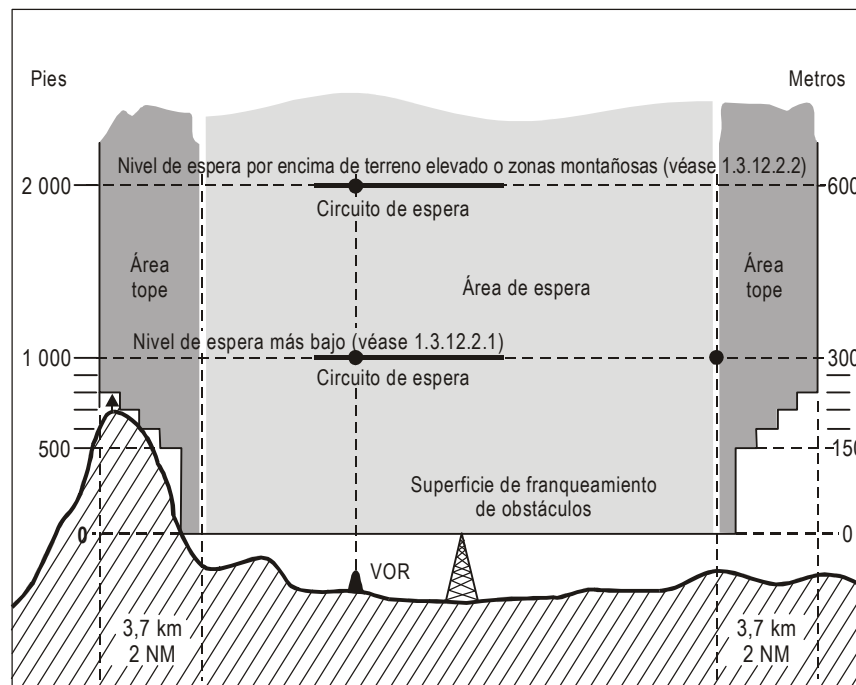
**Figura II-4-1-2. Sectores de entrada**



**Figura II-4-1-3. Entrada a un punto de referencia VOR/DME en el tramo de alejamiento**



**Figura II-4-1-4. Nivel de espera mínimo determinado por la superficie de franqueamiento de obstáculos relacionada con el área de espera y el área tope**



**Figura II-4-1-5. Área de espera hasta 1 830 m (6 000 ft) para helicópteros**



## **Apéndice A del Capítulo 1**

### **PARÁMETROS PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL ÁREA DE ESPERA**

Los textos que se incluyen en este apéndice contienen información de carácter general sobre algunos de los parámetros utilizados para la construcción de áreas de espera. Los parámetros sobre los que se presenta información, son los siguientes:

1. Parámetros de viraje
2. Viento que se debe considerar en función de la altitud
3. Temperatura en función de la altitud
4. Alcance oblicuo DME en función de la distancia en tierra
5. Velocidad verdadera (TAS) en función de la velocidad indicada (IAS) y la altitud
6. Fórmulas para calcular los parámetros del área básica de espera.

#### **1. PARÁMETROS DE VIRAJE** *(Véase también la Parte I, Sección 2, Capítulo 3)*

En las Figuras II-4-1-Ap A-1, II-4-1-Ap A-2 y II-4-1-Ap A-3 se indican los parámetros de viraje aplicables.

#### **2. VIENTO QUE SE DEBE CONSIDERAR EN FUNCIÓN DE LA ALTITUD**

La velocidad del viento, de cualquier dirección, que se debe tener en cuenta y cuyos valores se indican en la Figura II-4-1-Ap A-4 para cada altitud especificada, se calcula mediante la siguiente fórmula:

$w = (12 h + 87) \text{ km/h}$ , donde  $h$  está expresada en miles de metros,

o

$w = (2 h + 47) \text{ kt}$ , donde  $h$  está expresada en miles de pies.

#### **3. TEMPERATURA EN FUNCIÓN DE LA ALTITUD**

Véase la Figura II-4-1-Ap A-5.

#### 4. ALCANCE OBLICUO DME EN FUNCIÓN DE LA DISTANCIA EN TIERRA

Véanse las Figuras II-4-1-Ap A-6 y II-4-1-Ap A-7.

#### 5. VELOCIDAD VERDADERA (TAS) EN FUNCIÓN DE LA VELOCIDAD INDICADA (IAS) Y LA ALTITUD

En la Tabla II-4-1-Ap A-1 se indica la velocidad verdadera en km/h y en la Tabla II-4-1-Ap A-2 se indica la velocidad verdadera en kt a una temperatura ISA + 15°C, incluyendo la corrección por el efecto de compresibilidad. Para la fórmula de cálculo, véase 6.1 en este apéndice.

*Nota.— Estas tablas han de utilizarse solamente en la construcción de las áreas de espera.*

#### 6. FÓRMULAS PARA CALCULAR LOS PARÁMETROS DEL ÁREA BÁSICA DE ESPERA

##### 6.1 Fórmula para calcular la velocidad verdadera (incluyendo el efecto de compresibilidad)

$$V = 102,06\sqrt{T} \sqrt{\sqrt{1 + 0,00067515 \frac{IAS^2}{P} \left(1 + \frac{IAS^2}{6003025}\right)} - 1}$$

siendo: T = temperatura en K a ISA + 15;

P = presión en hPa;

IAS = velocidad indicada en km/h; y

V = velocidad verdadera en km/h

o

$$V = 55,1088\sqrt{T} \sqrt{\sqrt{1 + 0,0023157 \frac{IAS^2}{P} \left(1 + \frac{IAS^2}{1750200}\right)} - 1}$$

donde: T = temperatura en K a ISA + 15;

P = presión en hPa;

IAS = velocidad indicada en kt; y

V = velocidad verdadera en kt.

Véanse los valores de P y T en el *Manual de la atmósfera tipo de la OACI* (Doc 7488).

## 6.2 Fórmula para calcular la velocidad de viraje

$$R = \frac{6355 \tan \alpha}{\pi V}$$

donde:  $\alpha$  = ángulo de inclinación lateral en grados;  
 $V$  = velocidad verdadera en kilómetros por hora; y  
 $R$  = velocidad angular de viraje en grados por segundo.

o

$$R = \frac{3431 \tan \alpha}{\pi V}$$

donde:  $\alpha$  = ángulo de inclinación lateral en grados;  
 $V$  = velocidad verdadera en nudos; y  
 $R$  = velocidad angular de viraje en grados por segundo.

## 6.3 Radio de viraje (r)

$$r = \frac{0,18V}{\pi R}$$

donde:  $V$  = velocidad verdadera en metros por segundo;  
 $R$  = velocidad angular de viraje; y  
 $r$  = radio de viraje en kilómetros

o

$$r = \frac{3V}{\pi R}$$

donde:  $V$  = velocidad verdadera en millas marinas por minuto;  
 $R$  = velocidad angular de viraje; y  
 $r$  = radio de viraje en millas marinas.

## 6.4 Fórmula para calcular el radio del área de efecto de cono

$$z = hl \tan \gamma l$$

donde:  $hl$  = altura por encima de la instalación en miles de metros;  
 $\gamma l$  = semiángulo del cono en grados; y

z = radio del área de efecto de cono en kilómetros

o

$$z = 0,164 \, h_l \tan \gamma_l$$

donde:  $h_l$  = altura por encima de la instalación en miles de pies;

$\gamma_l$  = semiángulo del cono en grados; y

z = radio del área de efecto de cono en millas marinas.

### 6.5 Fórmula para calcular la distancia DME mínima útil en tierra

$$dm = h_l \tan 55^\circ$$

donde:  $h_l$  = altura por encima de la instalación en miles de metros; y

dm = distancia DME mínima útil en tierra, en kilómetros

o

$$dm = 0,164 \, h_l \tan 55^\circ$$

donde:  $h_l$  = altura por encima de la instalación en miles de pies; y

dm = distancia DME mínima útil en tierra, en millas marinas.

### 6.6 Fórmula para calcular la velocidad del viento

$$w = 12 \, h + 87$$

donde:  $h$  = altitud en miles de metros;

w = velocidad del viento en kilómetros por hora (hasta 220)

o

$$w = 2 \, h + 47$$

donde: w = velocidad del viento en nudos (hasta 120); y

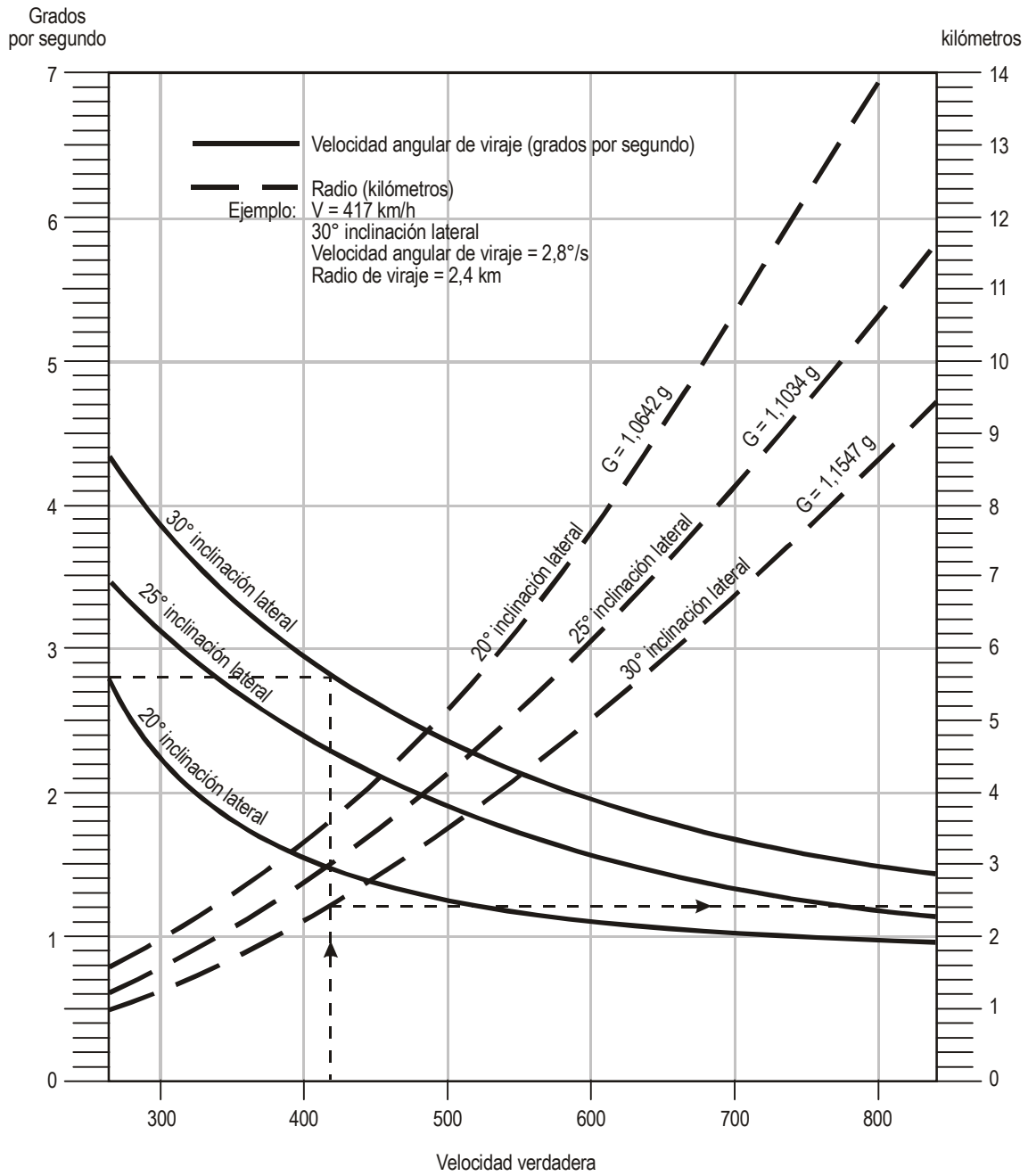
h = altitud en miles de pies.

**Tabla II-4-1-Ap A-1. Velocidad real (TAS) en función de la velocidad indicada (IAS) y la altitud (unidades del SI)**

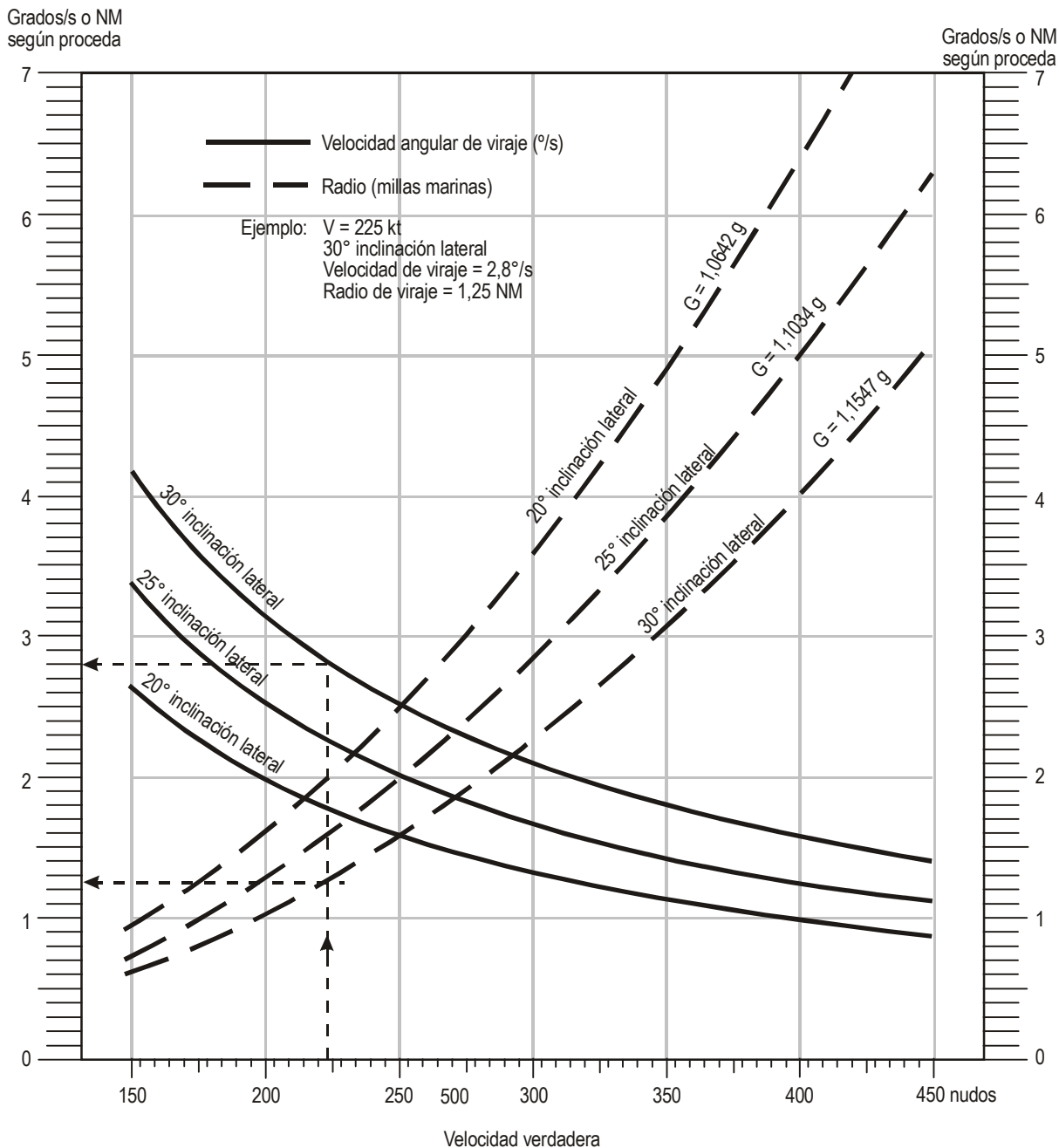
<i>Altitud (metros)</i>	<i>315 km/h</i>	<i>425 km/h</i>	<i>445 km/h</i>	<i>490 km/h</i>	<i>520 km/h</i>	<i>0,8 M</i>	<i>0,83 M</i>
300	327,6	442,10			540,72		
600	332,28	448,42			548,28		
900	337,32	454,86			556,2		
1 200	342,0	461,43			564,12		
1 500	347,4	468,13			571,68		
1 800	352,8	474,97			580,32		
2 100	357,48	481,95			588,6		
2 400	362,88	489,04			596,88		
2 700	369,0	496,33			605,88		
3 000	374,4	503,75			614,52		
3 300	380,52	511,31			623,52		
3 600	385,92	519,04	568,08		632,88		
3 900	391,68	526,92			641,88		
4 200	398,52	534,97			651,6		
4 500					661,68		
4 800			577,08		671,4		
5 100			585,72		681,48		
5 400			595,08		691,92		
5 700			604,08		702,72		
6 000			613,8		713,52		
6 300				684,15	724,32		
6 600				694,83	735,48		
6 900				705,74	747,0		
7 200				716,86	758,5		
7 500				728,21	770,4		
7 800				739,80	782,28		
8 100				751,62	794,8		
8 400				763,68	807,48		
8 700				775,99	820,08		
9 000				788,55	833,4		
9 300				801,37	846,2	863,90	888,48
9 600				814,45	860,4	860,14	
9 900				827,79			
10 200				841,41			
10 500							
10 800							884,55
11 100							881,67
y superior							

**Tabla II-4-1-Ap. A-2. Velocidad verdadera (TAS) en función de la velocidad indicada (IAS) y la altitud (unidades ajenas al SI)**

<i>Altitud (pies)</i>	<i>170 kt</i>	<i>230 kt</i>	<i>240 kt</i>	<i>265 kt</i>	<i>280 kt</i>	<i>0,8 M</i>	<i>0,83 M</i>
1 000	177,0	239,26			291,0		
2 000	179,4	242,68			295,2		
3 000	182,4	246,16			299,4		
4 000	184,8	249,72			304,2		
5 000	187,8	253,34			308,4		
6 000	190,8	257,04			312,6		
7 000	193,2	260,82			317,4		
8 000	196,2	264,67			322,2		
9 000	199,2	268,60			327,0		
10 000	202,8	272,61			331,8		
11 000	205,8	276,71			336,6		
12 000	208,8	280,88	307,8		342,0		
13 000	212,4	285,15			346,8		
14 000	215,4	289,50			352,2		
15 000					357,6		
16 000			312,6		363,0		
17 000			317,4		368,4		
18 000			322,2		374,4		
19 000			327,6		380,4		
20 000			333,0		386,4		
21 000				369,98	392,4		
22 000				375,76	398,4		
23 000				381,65	405,0		
24 000				387,67	411,0		
25 000				393,81	417,6		
26 000				400,07	424,2		
27 000				406,46	431,4		
28 000				412,98	438,0		
29 000				419,63	445,2		
30 000				426,42	452,4		
31 000				433,35	460,2	466,47	479,74
32 000				440,42	467,4	464,44	
33 000				447,64			
34 000				455,00			
35 000							
36 000							477,62
37 000							476,06
y superior							

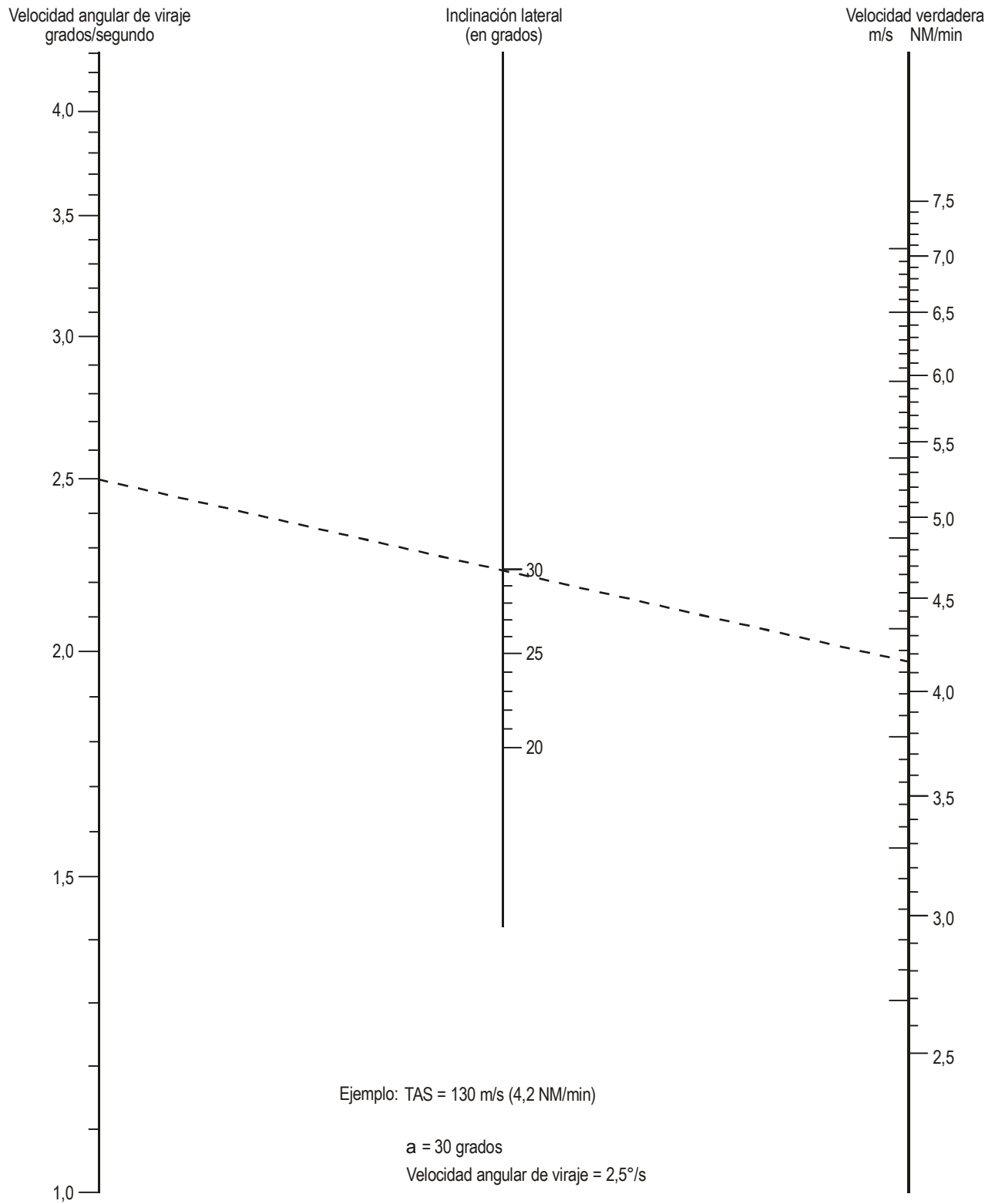


**Figura II-4-1-Ap A-1. Ángulo de inclinación lateral, velocidad de viraje, radio de viraje y valores de g a velocidades variables (unidades del SI)**

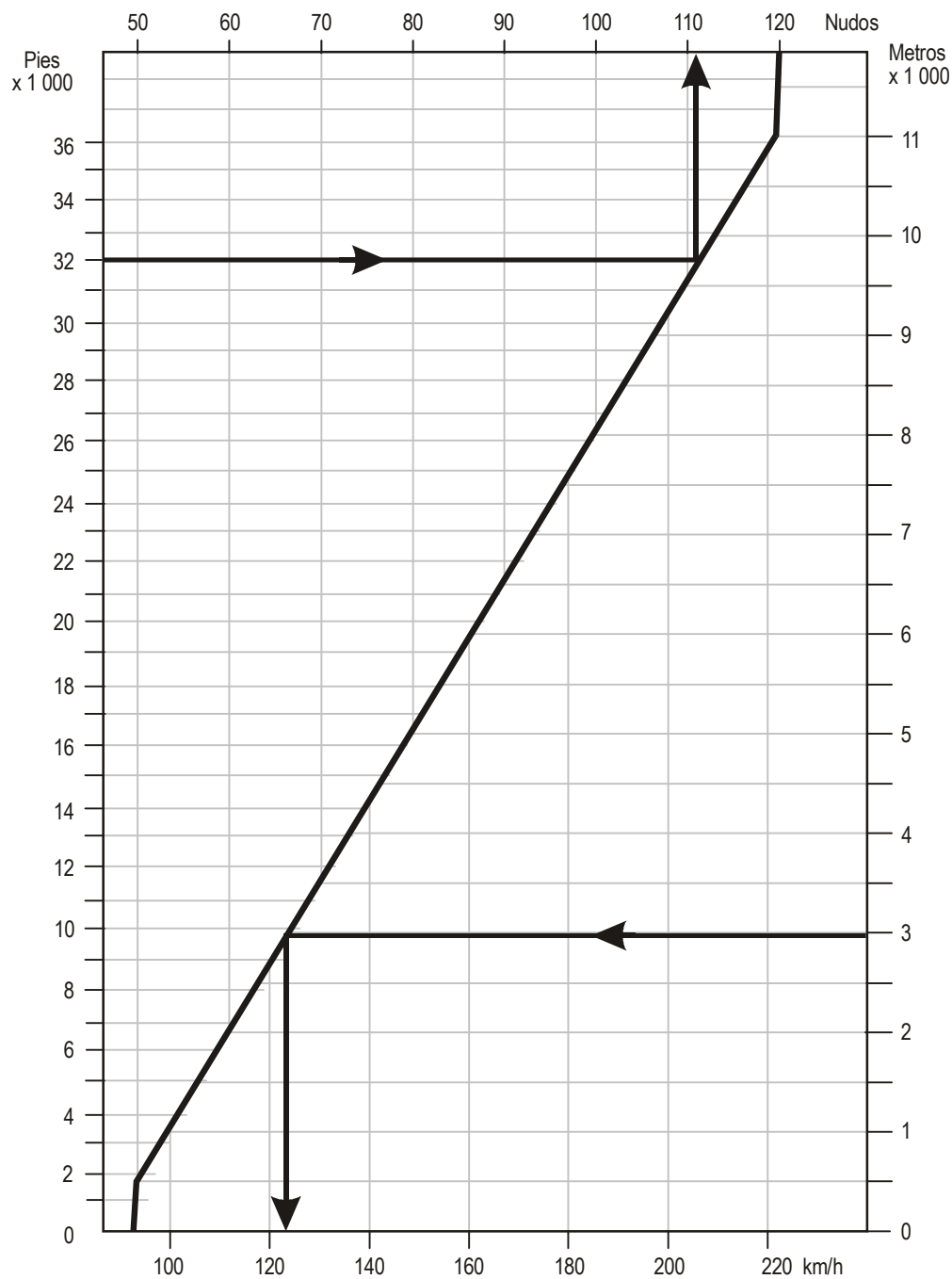


**Figura II-4-1-Ap A-2. Ángulo de inclinación lateral, velocidad de viraje, radio de viraje y valores g a velocidades variables (unidades ajenas al SI)**





**Figura II-4-1-Ap A-3. Velocidad angular de viraje en función de la inclinación lateral y de la velocidad verdadera**



Ejemplo 1: 3 000 metros, 123 kilómetros por hora

Ejemplo 2: 32 000 pies, 111 nudos

**Figura II-4-1-Ap A-4. Viento que se debe considerar en función de la altitud**

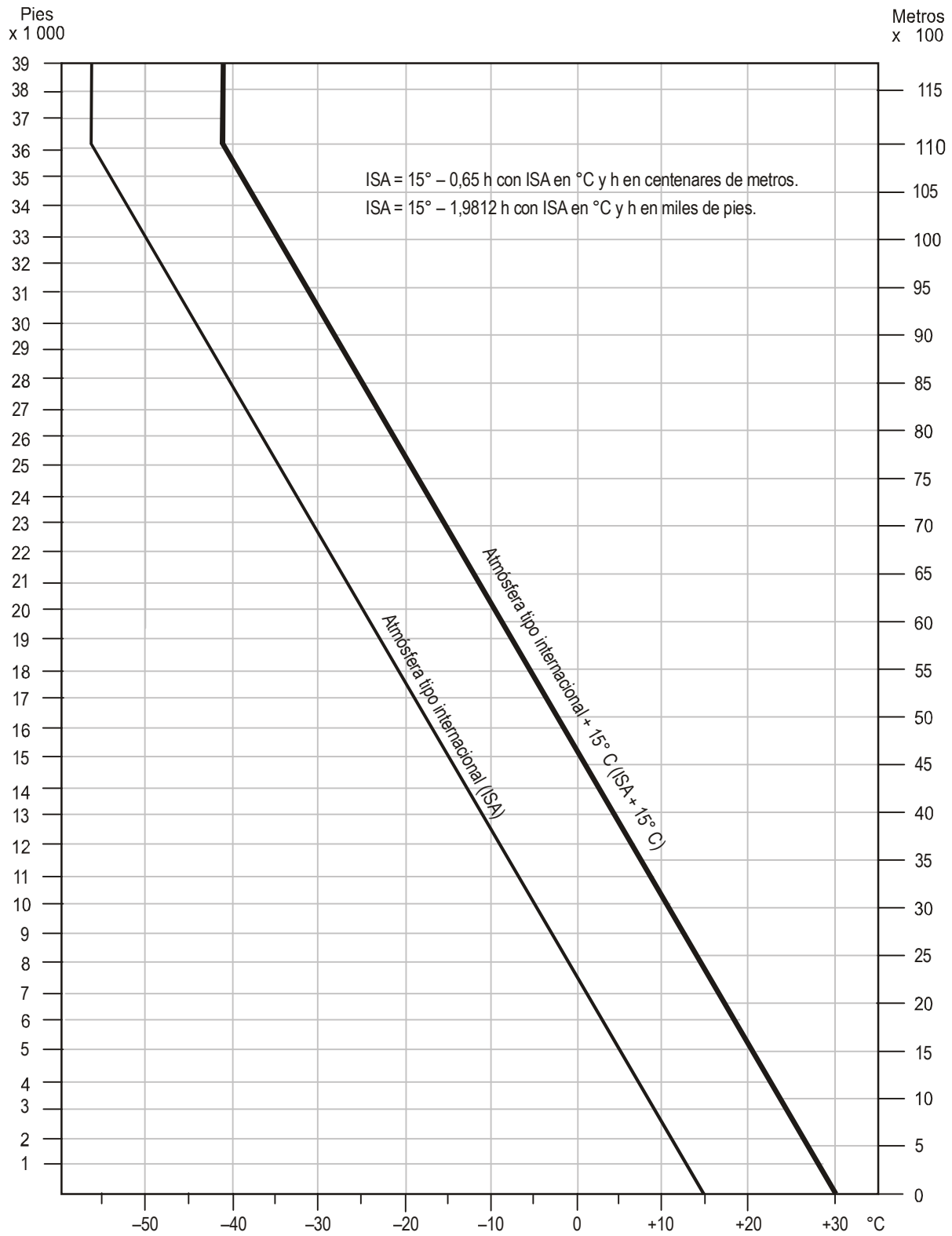
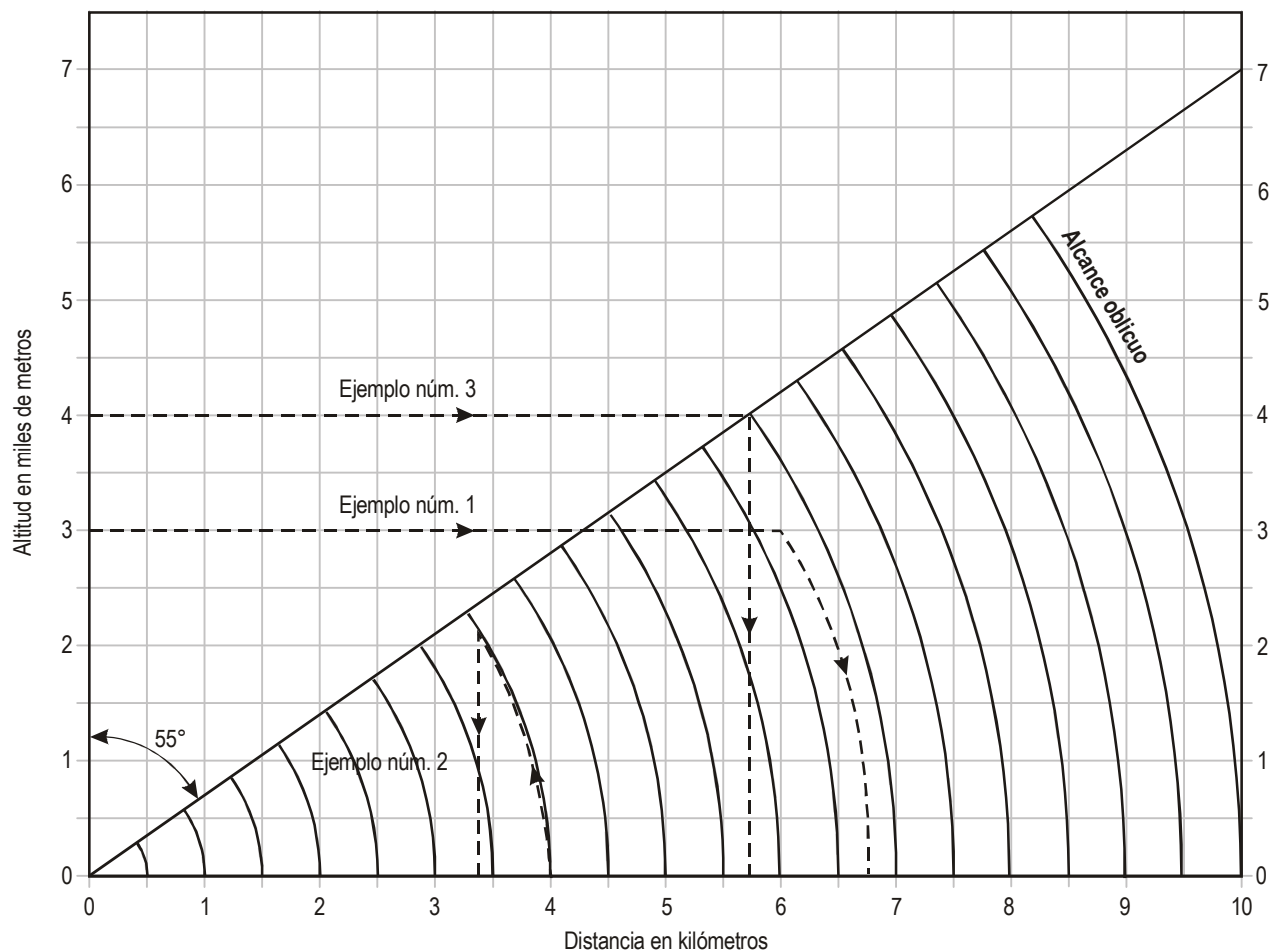


Figura II-4-1-Ap A-5. Temperatura en función de la altitud



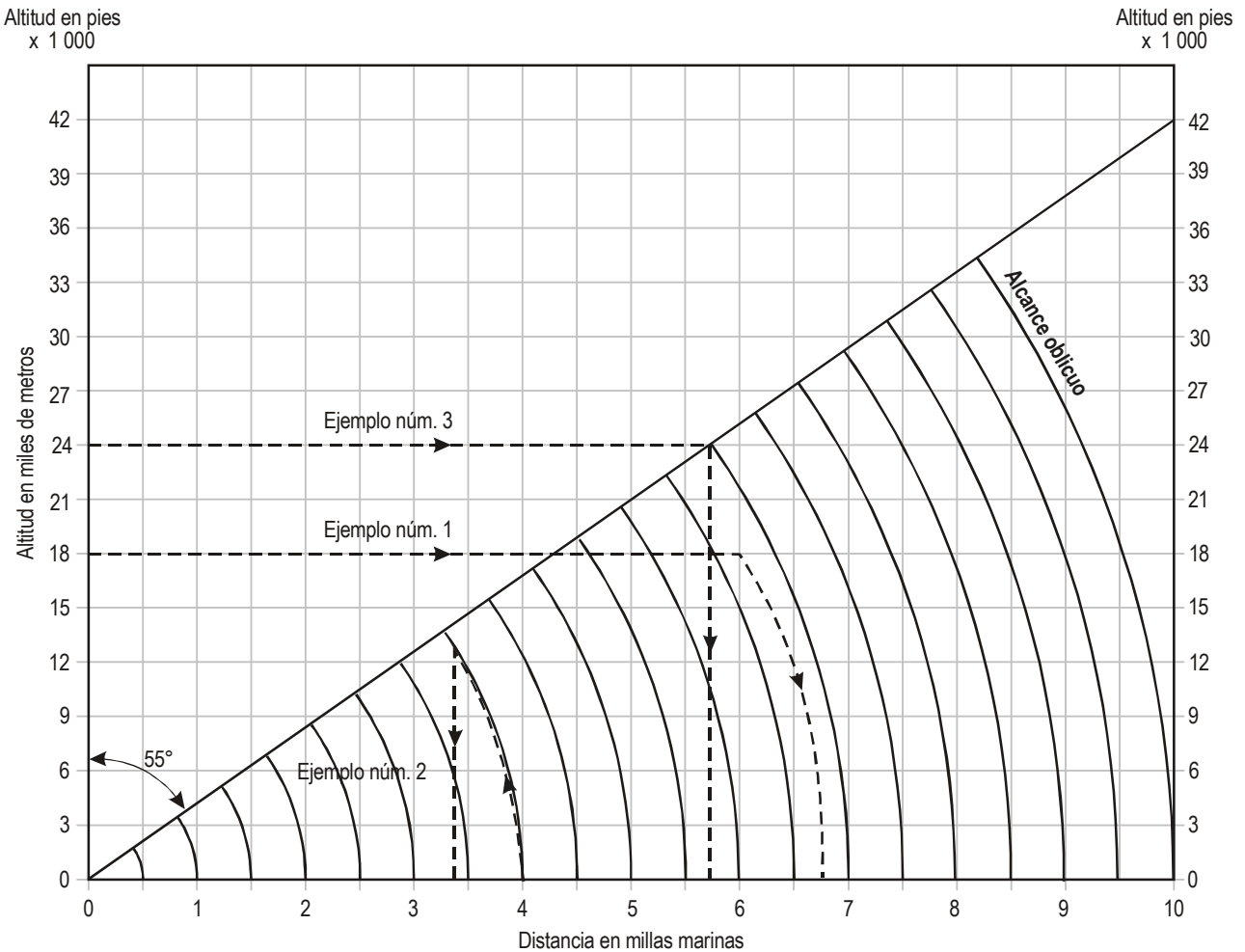
Para distancias de más de 10 km y/o altitudes superiores a 7 000 m, multiplíquense los valores del gráfico por 10 (por ejemplo, léase 1,7 km a 1 200 m, o 17 km a 12 000 m).

Para determinar el alcance oblicuo, prolongúese la línea de altitud hasta un punto en la vertical de la distancia en tierra. Sígase hacia abajo el arco hasta la línea de base y léase el alcance oblicuo (Ejemplo núm. 1).

Para determinar la distancia en tierra, léase el arco de alcance oblicuo hacia arriba hasta la línea de altitud seleccionada. Sígase la vertical que pase la distancia en tierra (Ejemplo núm. 2).

Para determinar la distancia mínima útil en tierra hasta un punto de referencia VOR/DME, tómese la altitud máxima para el procedimiento. La distancia en tierra se halla en la vertical por debajo de la intersección con la diagonal (Ejemplo núm. 3).

**Figura II-4-1-Ap A-6. Alcance oblicuo DME en función de la distancia en tierra/ distancia mínima útil en tierra hasta un punto de referencia VOR/DME (unidades del SI)**



Para distancias de más de 10 millas y/o altitudes superiores a 35 000 ft, multiplíquense por 10 los valores del gráfico (por ejemplo, léase 1 milla a 4 000 ft, o 10 millas a 40 000 ft).

Para determinar el alcance oblicuo, prolongúese la línea de altitud hasta un punto en la vertical de la distancia en tierra. Sígase hacia abajo el arco hasta la línea de base y léase el alcance oblicuo (Ejemplo núm. 1).

Para determinar la distancia en tierra, léase el área de alcance oblicuo hacia arriba hasta la línea de altitud seleccionada. Sígase la vertical que pase la distancia en tierra (Ejemplo núm. 2).

Para determinar la distancia mínima útil en tierra hasta un punto de referencia VOR/DME, tómese la altitud máxima para el procedimiento. La distancia en tierra se halla en la vertical por debajo de la intersección con la diagonal (Ejemplo núm. 3).

**Figura II-4-1-Ap A-7. Alcance oblicuo DME en función de la distancia en tierra/  
distancia mínima útil en tierra hasta un punto de referencia VOR/DME (unidades ajenas al SI)**



## **Apéndice B del Capítulo 1**

### **DETERMINACIÓN DE REQUISITOS ADICIONALES DE FRANQUEAMIENTO DE OBSTÁCULOS PARA NIVELES MÍNIMOS DE ESPERA EN ZONAS DE TERRENO ELEVADO O MONTAÑOSO**

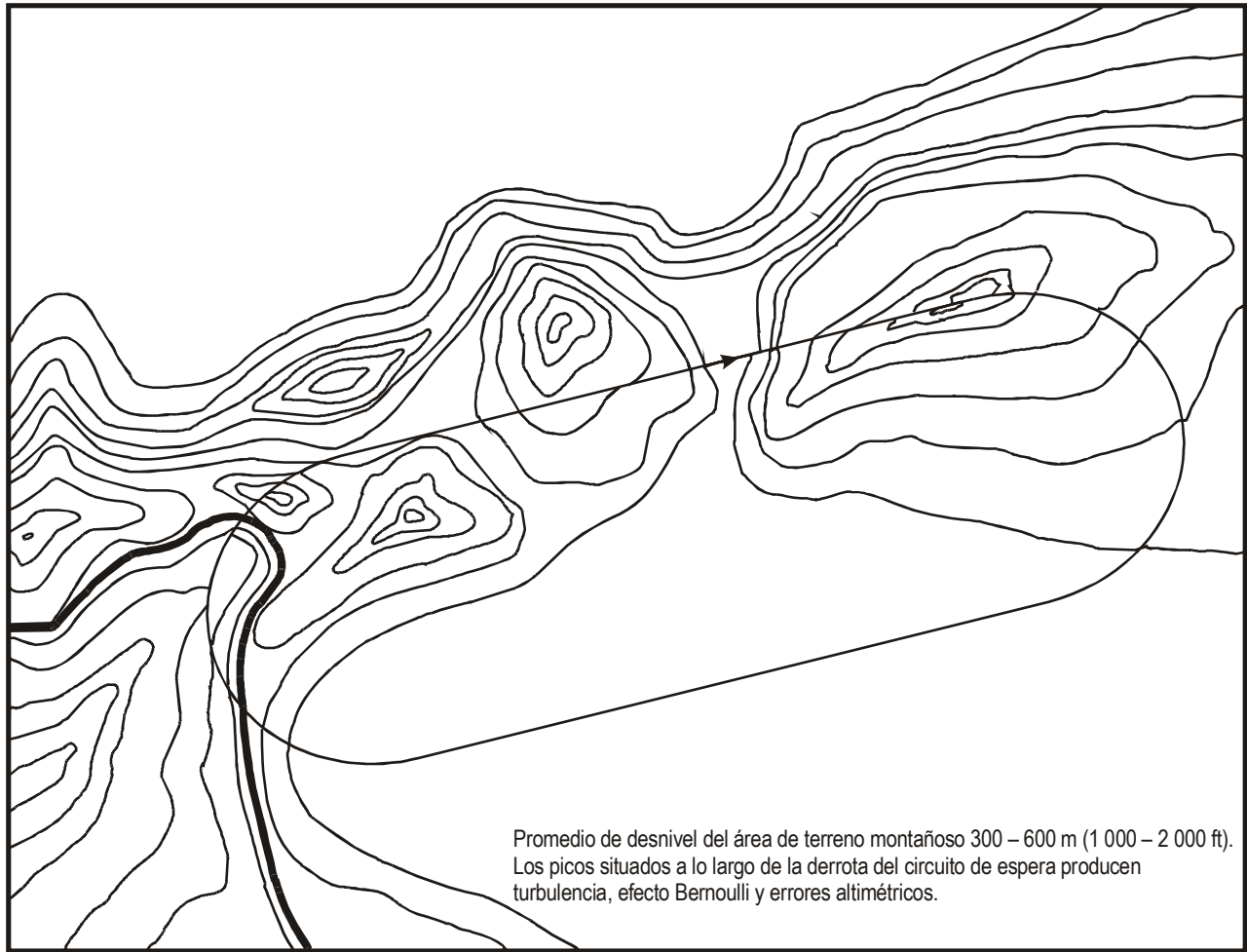
1. Cuando soplan vientos de 37 km/h (20 kt) o más sobre terreno abrupto puede haber, a barlovento o a sotavento, turbulencia de intensidad variable. El grado de esta turbulencia depende de muchos factores como la velocidad del viento y su dirección respecto al terreno, remolinos atmosféricos, torbellinos, ondas y otros fenómenos meteorológicos. Como efecto secundario, la turbulencia influye en el funcionamiento del altímetro, lo cual introduce errores de magnitud variable que, en el caso de una perturbación intensa, pueden alcanzar muchos pies.

2. Los criterios para establecer las altitudes mínimas de espera en zonas montañosas deberían tener en consideración el efecto Bernoulli y la turbulencia en terreno abrupto. En la Figura II-4-1-Ap B-1 se muestra un área típica de terreno montañoso que podría producir el efecto Bernoulli, turbulencia y los consiguientes errores de altímetro.

3. Debido a las numerosas variables asociadas con tales fenómenos en zonas montañosas, no es factible proporcionar información específica que incluya todos los casos. Sin embargo, al establecer circuitos de espera en zonas montañosas y al determinar los niveles de espera considerando el margen de franqueamiento de obstáculos, debería tenerse en cuenta lo siguiente:

- a) las zonas caracterizadas por terreno abrupto;
- b) los fenómenos meteorológicos peculiares de un área determinada (incluidas las corrientes descendentes extremas); y
- c) los fenómenos que favorecen los gradientes de presión locales pronunciados.

4. En zonas donde se piensa que pueden existir las condiciones mencionadas, o donde sean necesarias esperas a gran altura debido a lo elevado del terreno, la altitud mínima de espera debería ser a un nivel que reduzca al mínimo la exposición de la aeronave a los obstáculos, debido al posible efecto de dichos fenómenos meteorológicos sobre el funcionamiento del altímetro. Este nivel variará desde un mínimo de 300 m (984 ft) por encima de los obstáculos situados dentro del área de espera hasta 600 m (1 969 ft), o más, dondequiera que la experiencia indique la existencia de turbulencia u otros fenómenos asociados en el área, incluyendo el área tope correspondiente.

**Figura II-4-1-Ap B-1**



## **Adjunto a la Parte II**

# **ILS: ANTECEDENTES SOBRE EL FRANQUEAMIENTO DE OBSTÁCULOS ILS Y SOBRE LOS VALORES DE ACTUACIÓN DEL EQUIPO DE A BORDO Y DE TIERRA, RELACIONADOS CON LAS SUPERFICIES DE EVALUACIÓN DE OBSTÁCULOS DE LAS CATEGORÍAS I Y II, UTILIZADOS EN EL MODELO MATEMÁTICO**

### **1. FRANQUEAMIENTO DE OBSTÁCULOS ILS**

1.1 Las superficies de evaluación de obstáculos ILS constituyen un concepto diferente del de las superficies de franqueamiento de obstáculos definidas para otras ayudas para la aproximación por instrumentos. En el cálculo de las alturas mínimas para otras ayudas, las OCS se elevan por encima del nivel del terreno hasta superar los obstáculos, en tanto que las OAS permanecen fijas con relación al terreno. Las OAS se mantienen fijas respecto al umbral y se utilizan para dividir los obstáculos en dos categorías, los que han de tenerse en cuenta y los que pueden descartarse. Los obstáculos que pueden descartarse son los que, si bien penetran en las superficies básicas indicadas en el Anexo 14, no penetran en las OAS. Estos obstáculos no llegan a constituir ninguna limitación operacional directa, siempre que su densidad no se considere excesiva. A este respecto, las recomendaciones del Anexo 14 (que limitan la penetración en las superficies definidas) se aplican de la misma forma que con respecto a las superficies anteriores de franqueamiento de obstáculos ILS. Al reconocerse que las superficies de limitación de obstáculos indicadas en el Anexo 14 no siempre están exentas de penetraciones, se elaboró un modelo matemático (modelo de riesgo de colisión) para evaluar el riesgo que representan tales penetraciones de obstáculos. Véase el soporte lógico de OAS [sitio web público de la OACI ([www.icao.int](http://www.icao.int)) bajo "Publications"].

1.2 El modelo de riesgo de colisión y las correspondientes superficies de evaluación de obstáculos se diseñaron para cumplir con un nivel de seguridad operacional de  $1 \times 10^{-7}$  por aproximación. Este valor se basó de manera aproximada en el concepto utilizado por un Estado para determinar el tiempo medio entre fallas del equipo ILS de tierra y de a bordo. En ese concepto, el nivel global perseguido se estableció en un orden superior al de la tasa mundial de accidentes de ese entonces ( $1 \times 10^{-6}$ ). El resultado se dividió arbitrariamente entre fallas y funcionamiento, lo que debería haber resultado, lógicamente, en un valor de  $5 \times 10^{-8}$  para los PANS-OPS. Sin embargo, esa precisión no coincidió con la precisión de los datos y se consideró más adecuado un "número redondo" de  $1 \times 10^{-7}$ . También se acordó que solamente los elementos que dieran como resultado un cambio en la probabilidad que excediera de un orden deberían tratarse como variables independientes. El efecto práctico de un cambio de medio orden habría consistido en un aumento reducido de las dimensiones de las curvas de nivel de isoprobabilidad, además de un incremento de aproximadamente 2 m en el elemento de pérdida de altura, tanto para las OAS como para el CRM. Además, se incluyeron las siguientes consideraciones:

- a) ya se había proporcionado protección adicional mediante las superficies del Anexo 14;
- b) el riesgo de certificación se mide en relación con el tiempo y las operaciones, en tanto que el riesgo en la aproximación se mide por sector, y debe incluirse un factor dependiendo de que el vuelo implique una aproximación por instrumentos y el porcentaje de ocasiones en que la aproximación se realiza en condiciones de vuelo por instrumentos con condiciones meteorológicas próximas a los valores mínimos; y

- c) la asignación de riesgo para la actuación de los pilotos/actuación del sistema al nivel de suborden tenía un carácter más artificial que práctico.

En consecuencia, parecía apropiado aceptar un nivel deseado de seguridad operacional de  $10^{-7}$  para los criterios relacionados con la actuación en los PANS-OPS. Posteriormente, se revisó el valor  $10^{-7}$  debido a que hubo preocupación en cuanto a alinear el nivel deseado de seguridad operacional con el especificado en muchos otros documentos de aviación. Sin embargo, un examen de las estadísticas de accidentes de los últimos 20 años llevó a la conclusión de que el nivel de seguridad operacional logrado con los criterios de aproximación de precisión por instrumentos supera en mucho el nivel establecido. Se tomó nota de que al cambiar el nivel deseado de  $1 \times 10^{-7}$  asociado a la versión 2007 del CRM no se lograría ninguna diferencia medible en la seguridad operacional alcanzada.

1.3 La geometría básica de las OAS se definió por superficies de aproximación. Estas superficies se construyeron utilizando un modelo matemático basado en datos reales. El modelo podía prever la posición de la aeronave en función de los elementos que producen el error principal de todo el sistema, y la comparaba con los resultados de un programa de recopilación de datos. En el proceso de comparación se utilizaron en el modelo valores de equipo adecuados para los lugares del programa de recopilación, y dichos valores de equipo, así como también los datos, se clasificaron en operaciones de Categoría I y de Categoría II. Como se comprobó que la actuación del piloto automático de Categoría II era mucho mejor que la de los directores de vuelo de la Categoría II, se los trató por separado.

1.4 El modelo de combinación de datos produjo distribuciones laterales y verticales en las distancias seleccionadas de la aproximación final. Dichas distribuciones se combinaron para generar las curvas de isoprobabilidad correspondientes a dichas distancias. Tres fueron los factores que decidieron la elección de una de las curvas de isoprobabilidad para su aplicación práctica. En primer lugar, se especificó que el riesgo total del conjunto de las distancias de aproximación final debía permanecer dentro del límite deseado de seguridad operacional global de  $1 \times 10^{-7}$ . En segundo lugar, las curvas de isoprobabilidad previeron qué riesgo existía en caso de estar fuera de la curva a la distancia elegida, en tanto los estudios teóricos y las mediciones de datos sugerían que el riesgo de estar fuera de la curva, a otras distancias y durante la totalidad de la aproximación, era un orden superior. En tercer lugar, se reconoció que no podían tomarse las superficies anteriores, ni ninguna otra superficie nueva, como límites rígidos. Los nuevos criterios no reducían en modo alguno las disposiciones del Anexo 14, y se aceptó que una probabilidad de entre 0,1 y 0,01 representaba una evaluación realista del riesgo de colisión con un objeto entre una superficie del Anexo 14 y las OAS. Estas limitaciones llevaron a utilizar como base para determinar las superficies prácticas las curvas de isoprobabilidad de  $10^{-7}$  a las distancias seleccionadas. Estas superficies, siendo planas, proporcionaban un factor de seguridad operacional adicional.

1.5 Por lo tanto, las OAS se trazaron de modo que debían contener curvas de isoprobabilidad de  $10^{-7}$  a cualquier distancia. Además, tenían que presentar la sección mínima, proteger a las aeronaves que ascendieran en esas superficies por pendientes del 2,5% con divergencias de 20% y evitar las anomalías que pudieran surgir entre las diferentes categorías de operaciones debido al uso de superficies planas simples.

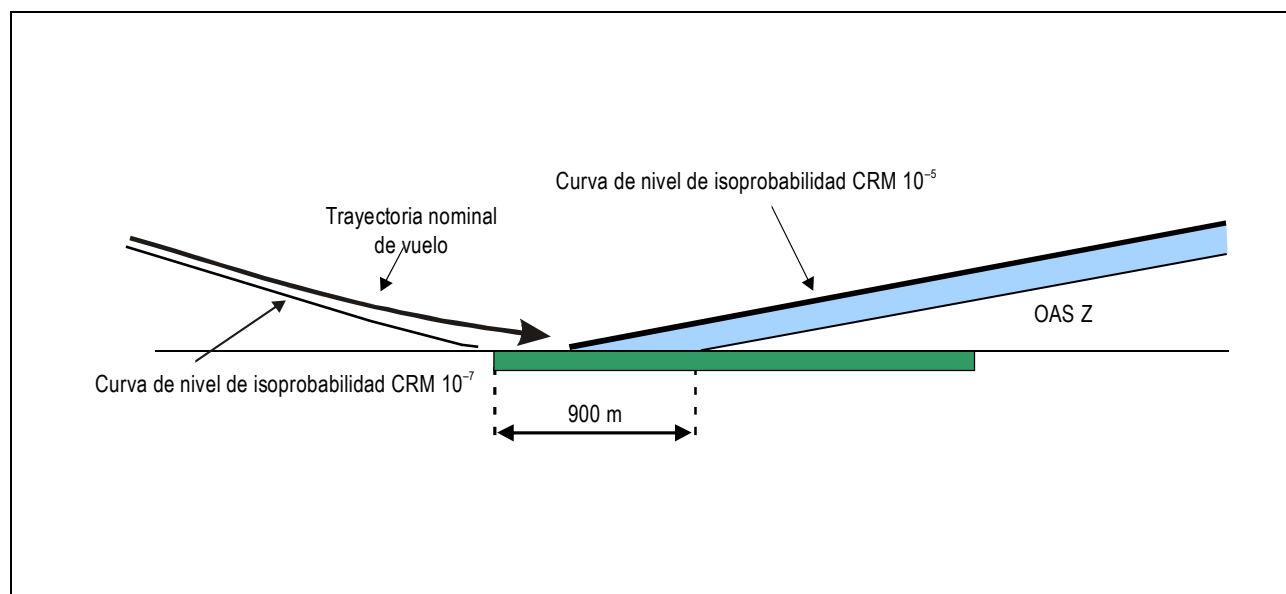
1.6 Se procuró ajustar las curvas y las superficies de modo que reflejaran teóricamente la actuación más mediocre posible según una interpretación del Anexo 10. Como resultado, tuvieron que ampliarse las superficies más allá de las superficies de los PANS-OPS anteriores. La diferencia de probabilidad entre las superficies que se ajustaban a los datos básicos y las que se basaban en la interpretación de la actuación más mediocre del Anexo 10, era del orden de  $10^{-2}$  en términos de probabilidad. No obstante, se concluyó que este aumento del riesgo era más aparente que real y que se debía a la liberalidad de los márgenes tanto del Anexo 10 como de la interpretación utilizada. Por lo tanto, las superficies prácticas se basaron en las curvas adaptadas a los datos.

1.7 Las superficies de aproximación de Categoría I se extendieron hasta el nivel de intersección de la trayectoria de planeo, dado que los datos demostraron una variación lineal de la performance de aproximación con la distancia. No era así, sin embargo, con los datos de la Categoría II. Por ello, y dado que las limitaciones de la performance operacional de la Categoría II a menudo estaban relacionadas con la altura, las superficies de la Categoría II se extendieron solo hasta 150 m (492 ft) por encima del umbral.

1.8 Las superficies restantes se ajustaron a las superficies de aproximación frustrada de los PANS-OPS anteriores, ante la escasez de datos que justificaran ningún cambio. Sin embargo, a fin de obtener beneficios para las aeronaves que tuvieran una mejor performance en aproximación frustrada, se permitió la posibilidad de ajustar su pendiente. Para definir la anchura de la superficie de aproximación frustrada, se proyectaron planos laterales por encima y hacia adelante de la intersección de las superficies de aproximación con el plano de la trayectoria de planeo. Estos planos se ajustaron para contener una divergencia del 20% combinada con la pendiente especificada para la aproximación frustrada y, naturalmente, se convirtieron en las superficies de transición que garantizan la continuidad de la protección entre la aproximación y la aproximación frustrada. Dichas superficies no se extendieron por encima de 300 m (984 ft) para la Categoría I y 150 m (492 ft) para la Categoría II, pues se consideró que la superficie del plano cubierto a ese nivel era adecuada, incluso para las aproximaciones frustradas prematuras.

1.9 Los obstáculos en aproximación frustrada se definieron como aquéllos situados a más de 900 m después del umbral. Para simplificar, se eligió un valor fijo. No se utilizaron valores que dependieran de la categoría y, por consiguiente, se sobreprotegeron las categorías inferiores de aeronaves con velocidades menores. Se consideró que a esa distancia (-900 m) todas las aeronaves estarían ascendiendo y que el margen por encima de los obstáculos tendría en cuenta el hecho de que un aumento de la OCA/H también supondría un aumento de la distancia disponible para ascender antes de llegar a un obstáculo dado. Debido a este desplazamiento longitudinal fijo de la superficie de obstáculos en aproximación frustrada OAS, el método OAS ofrece un mayor margen vertical en comparación con el modelo matemático y la curva de nivel CRM  $10^{-5}$  correspondiente a la aproximación frustrada (véase la Figura II-Adj-1).

### Superficie OAS Z



**Figura II-Adj 1. Superficie OAS Z debajo de la porción de ascenso obtenida con un modelo matemático y correspondiente a una aproximación frustrada (perfil sobre el eje)**

1.10 La distribución de obstáculos en aproximación y en aproximación frustrada por distancia resultó ser el método más sencillo para escalar, con un criterio diferencial, las dificultades operacionales y era segura en todos los casos. Sin embargo, la OCA/H resultante podía ser tal que el punto de intersección de la OCA/H con la trayectoria de planeo se encontrara a tanta distancia antes del obstáculo que obligara a considerarlo de manera más adecuada como obstáculo en aproximación frustrada. Por lo tanto, se previó una división más compleja, definiendo los obstáculos en aproximación o en aproximación frustrada con relación a la superficie plana que comienza 900 m después del umbral y que asciende hacia el área de aproximación paralela al plano de la trayectoria de planeo.

1.11 Seguidamente, se tomó la mayor de las alturas necesarias para el franqueamiento de obstáculos en aproximación o en aproximación frustrada como la altitud/altura de franqueamiento de obstáculos que se debe aplicar para el cálculo de los mínimos operacionales especificados en el Anexo 6.

1.12 La utilización de las superficies de evaluación de obstáculos para calcular la OCA/H requería la aplicación del mismo margen por encima de todos los obstáculos, sin tener en cuenta la situación de éstos con relación a la trayectoria de planeo. Para satisfacer este requisito, y proporcionar un medio para evaluar la densidad de los obstáculos, se elaboró un “modelo de riesgo de colisión”. Se trataba de un programa de computadora que contenía los datos que describían la dispersión de las aeronaves en la trayectoria prevista, tanto en aproximación como en aproximación frustrada por instrumentos. El programa utilizaba estas distribuciones para evaluar el riesgo o la probabilidad de colisión asociada con cada obstáculo. Teniendo en cuenta que solo una proporción de las aproximaciones termina en aproximación frustrada, el riesgo calculado para cada obstáculo en la región de aproximación frustrada se multiplicó por un factor de aproximación frustrada. Teniendo en cuenta la variación de los factores de aproximación frustrada experimentados durante distintos períodos y en distintos lugares, se estimó que el 1% era un factor representativo del orden general de aproximaciones frustradas que podían experimentarse y se utilizó para el modelo en cuestión. Posteriormente se acumularon los riesgos asociados con cada obstáculo para obtener un indicador de riesgo global para toda la serie de obstáculos de interés. Dicho valor final, que representaba una probabilidad de colisión por aproximación, pudo compararse con un nivel de seguridad operacional predeterminado. De esta forma, los efectos de los ajustes operacionales (como la reducción de la densidad de los obstáculos, o el aumento de la OCA/H, el cambio de ángulo de la trayectoria de planeo) podrían evaluarse de una forma objetiva.

1.13 Aunque las superficies de evaluación de obstáculos pueden considerarse equivalentes a las curvas de nivel de isoprobabilidad CRM, existen algunas diferencias importantes entre ellas. El conjunto de superficies que se ajusta a las curvas de nivel de isoprobabilidad CRM está simplificado. La simplificación se traduce en resultados conservadores. Es importante que el diseñador de procedimientos entienda las diferencias entre ellas, ya que, en algunos casos, la OCH que resulta puede ser innecesariamente alta y acarrear desventajas operacionales.

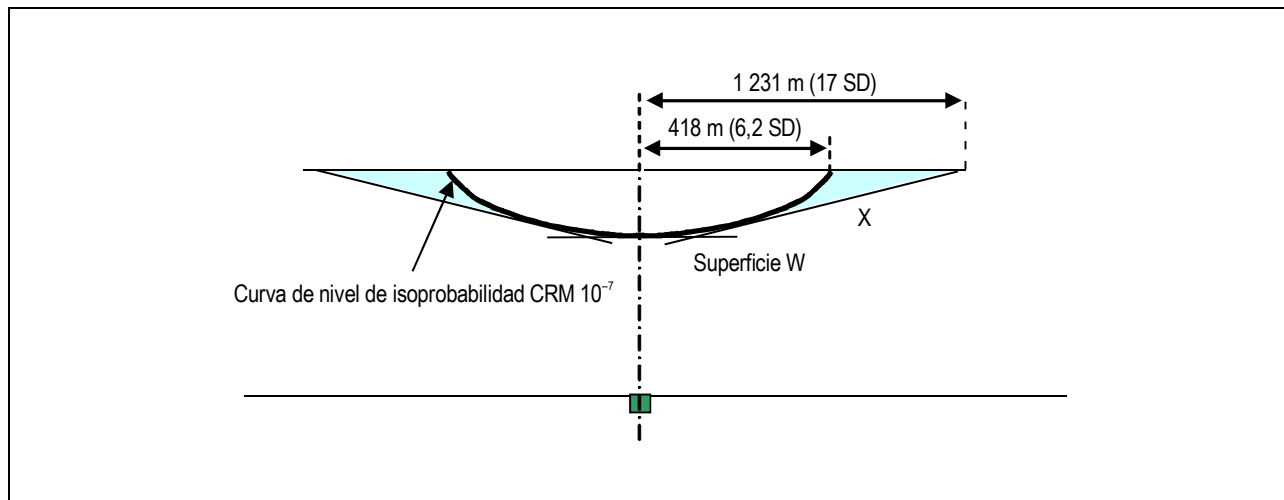
1.14 Las diferencias más significativas se ilustran en la Figura II-Adj-2.

1.15 En la Figura II-Adj-2 se indica que la aplicación del método OAS da origen a una OCH conservadora cuando los obstáculos se encuentran entre la curva de nivel de isoprobabilidad CRM y la OAS. Entre los dos casos existe una gran diferencia en la anchura de las zonas con obstáculos que deben tenerse en cuenta.

1.16 Además, con el CRM se obtiene un aumento gradual de la OCH, en tanto que la OAS tiene un efecto binario: un obstáculo penetra o no en la superficie. En el caso del CRM, la penetración tiene un efecto gradual en la OCH. En el caso del método OAS, el obstáculo puede convertirse en el obstáculo de control y determinar la OCH.

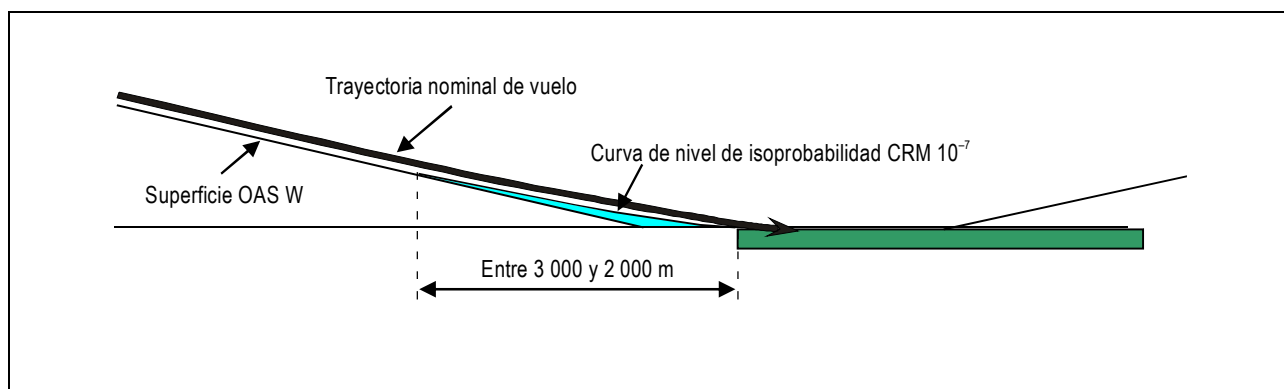
1.17 A partir de una distancia de aproximadamente 3 000 m (dependiendo del ángulo de trayectoria de planeo), la curva de nivel de isoprobabilidad CRM se dobla hacia arriba a partir de la maniobra hipotética de “motor y al aire”. Sin embargo, la superficie OAS W conexas continúa con el mismo ángulo hasta el nivel del umbral. Por lo tanto, después de unos 3 000 m antes del umbral, la superficie OAS W se hace más conservadora. Por consiguiente, un obstáculo que penetra en la superficie W puede ser un obstáculo de control cuando se usa el método OAS, pero evaluarse como menor que  $1 \times 10^{-7}$  con el método CRM (véase la Figura II-Adj-3).

### Superficie OAS X



**Figura II-Adj-2. Corte vertical para el CRM del ILS y la OAS a una distancia de 7 800 m y en condiciones normales para ILS CAT I, 3° de trayectoria de planeo y 3 000 m de umbral de distancia a la antena del LOC**

### Superficie OAS W



**Figura II-Adj-3. Superficie OAS W comparada con la trayectoria de vuelo CRM**

## 2. VALORES DE ACTUACIÓN DEL EQUIPO DE A BORDO Y DE TIERRA, RELACIONADOS CON LAS SUPERFICIES DE EVALUACIÓN DE OBSTÁCULOS DE LAS CATEGORÍAS I Y II, UTILIZADOS EN EL MODELO MATEMÁTICO

### 2.1 Valores del equipo de a bordo y de tierra utilizados en el modelo matemático

Los detalles de los valores del equipo (de tierra y de a bordo) asociados con las superficies de evaluación de obstáculos de las Categorías I y II, figuran en las Tablas II-Ap-1 y II-Ap-2. Se trata de información general que no puede utilizarse

directamente para evaluar las variaciones en la actuación del equipo. Esta información indica la actuación efectiva del sistema observado. Constituirá una serie de datos permanentes de los valores utilizados para ajustar el modelo con la posición observada de la aeronave y suministrar referencias completas para posibles revisiones futuras. En el Anexo 10, Volumen I, Adjunto C se encuentran los textos de orientación relativos a las características de actuación del equipo.

## 2.2 Mantenimiento en el haz

Las superficies de aproximación se establecieron a partir de datos sobre desplazamientos observados y no sobre desviaciones indicadas. No obstante, cuando se trató de aplicar el modelo matemático para prever las envolventes de las trayectorias de aproximación reales, se comprobó que era posible lograr una buena adaptación suponiendo que los pilotos tratarían de limitar las desviaciones indicadas a 75  $\mu$ A tanto para el localizador como para la trayectoria de planeo. Para las superficies de la Cat I, a este valor se le asignó el factor 1,4.

## 2.3 Fallas del sistema en la Categoría II

Se ha supuesto que en el caso de falla de cualquier elemento del sistema en la Categoría II, con la aeronave situada por debajo del nivel correspondiente de aproximación frustrada de la Categoría I, el piloto comenzará inmediatamente la aproximación frustrada.

**Tabla II-Adj-1. Valores de actuación de la Categoría I  
utilizados en el modelo matemático  
(Véase 2.1)**

<i>Concepto</i>	<i>Forma de distribución</i>	<i>Valor nominal</i>	<i>Desviación característica</i>	<i>Truncamiento</i>	<i>Unidades</i>
<b>Localizador</b>					
Centrado del haz	normal	0	2,3	9,6	metros (m)
Sensibilidad del haz	normal	$14,4 \times 10^{-4}$	$6 \times 10^{-5}$	$\pm 2,448 \times 10^{-4}$	DDM/m
Centrado del receptor	exponencial doble	0	5	$\pm 7$ SD	microamperios ( $\mu$ A)
Sensibilidad del receptor	exponencial simple	968 (máximo)	32,3	484	$\mu$ A/DDM
Codos del haz	normal	0	3 a 1 200 m 8,5 a 7 800 m	$\pm 3,5$ SD	$\mu$ A
Mantenimiento en el haz	exponencial doble	0	por combinación de datos	media 105 SD 15	$\mu$ A
<b>Trayectoria de planeo</b>					
Centrado del haz	normal	0	0,018	$\pm 0,075$	unidad (ángulo GP)
Sensibilidad del haz	normal	0,625	0,039	$\pm 0,156$	DDM/unidad
Centrado del receptor	exponencial doble	0	5	$\pm 7$ SD	$\mu$ A
Sensibilidad del receptor	exponencial simple	859 (máximo)	28,6	430	$\mu$ A/DDM
Codos del haz	normal	0	10	$\pm 3$ SD	$\mu$ A
Mantenimiento en el haz	exponencial doble	0	por combinación de datos	media 105 SD 15	$\mu$ A
Esta información es solo de carácter general y no debe utilizarse directamente para evaluar las variaciones de actuación del equipo.					

**Tabla II-Adj-2. Valores de actuación en la Categoría II  
utilizados en el modelo matemático  
(Véase 2.1)**

<i>Concepto</i>	<i>Forma de distribución</i>	<i>Valor nominal</i>	<i>Desviación característica</i>	<i>Truncamiento</i>	<i>Unidades</i>
<b>Localizador</b>					
Centrado del haz	normal	0	1,52	±7,62	metros (m)
Sensibilidad del haz	normal	$14,4 \times 10^{-4}$	$4,8 \times 10^{-5}$	$\pm 2,451 \times 10^{-4}$	DDM/m
Centrado del receptor	exponencial doble	0	3	±9 SD	microamperios $\mu$ A)
Sensibilidad del receptor	exponencial simple	968 (máximo)	32,3	484	$\mu$ A/DDM
Codos del haz	normal	0	2	±7	$\mu$ A
Mantenimiento en el haz	exponencial doble	0	por combinación de datos	media 75 SD 15	$\mu$ A
<b>Trayectoria de plano</b>					
Centrado del haz	normal	0	0,015	±0,075	unidad $\theta$ (ángulo GP)
Sensibilidad del haz	normal	0,625	0,0344	±0,156	DDM/unidad $\theta$
Centrado del receptor	exponencial doble	0	5	±9 SD	$\mu$ A
Sensibilidad del receptor	exponencial simple	859 (máximo)	28,6	430	$\mu$ A/DDM
Codos del haz	normal	0	8	±28	$\mu$ A
Mantenimiento en el haz	exponencial doble	0	por combinación de datos	media 75 SD 15	$\mu$ A
Esta información es solo de carácter general y no debe utilizarse directamente para evaluar las variaciones de actuación del equipo.					





**Procedimientos para los  
servicios de navegación aérea**

**OPERACIÓN DE AERONAVES**

**Parte III**

**PROCEDIMIENTOS RNAV  
Y PROCEDIMIENTOS BASADOS EN SATÉLITES**

## **Sección 1**

### **PRINCIPIOS FUNDAMENTALES**

# Capítulo 1

## CONCEPTOS RNAV

### 1.1 GENERALIDADES

1.1.1 En los capítulos de esta sección se proporcionan los componentes (XTT, ATT y semianchura del área) que se requieren para la construcción de procedimientos de vuelo por instrumentos, y que se detallan en las Secciones 2 y 3. Es preciso notar que esto no se aplica al APV SBAS ni al GBAS, ya que los componentes de error para dichos procedimientos se consideran equivalentes a la aproximación ILS, que es de naturaleza angular.

1.1.2 La navegación basada en la performance (PBN) se define como un tipo de navegación de área (RNAV) para el que los requisitos de performance de navegación se estipulan en las especificaciones de navegación. Una especificación de navegación se define como un conjunto de requisitos de aeronave y tripulación de vuelo necesario para llevar a cabo operaciones PBN dentro de un espacio aéreo definido. La RNAV, como se define en los PANS-OPS, comprende aplicaciones PBN y aplicaciones sin PBN, como en el caso del APV SBAS y el GBAS.

*Nota.— Actualmente, la OACI está examinando la posibilidad o necesidad de desarrollar especificaciones de navegación para APV SBAS y GBAS en el marco de la navegación basada en la performance.*

1.1.3 Existen dos tipos de especificaciones de navegación:

- a) *Especificación RNAV.* Designación de una especificación de navegación que no incluye requisitos de vigilancia y alertas de la performance de a bordo; y
- b) *Especificación RNP.* Designación de una especificación de navegación que incluye requisitos de vigilancia y alertas de la performance de a bordo.

1.1.4 En el *Manual sobre la navegación basada en la performance (PBN)* (Doc 9613) de la OACI figura una explicación detallada del concepto PBN y orientación sobre cómo implantar las aplicaciones PBN y se proporcionan especificaciones de navegación para las aplicaciones siguientes:

- a) *RNAV 10:* Se utiliza para apoyar operaciones RNAV en la fase de vuelo en ruta para mantener mínimas de separación longitudinal basadas en la distancia en el espacio aéreo oceánico o de áreas remotas. No se han desarrollado los criterios de diseño de procedimientos.
- b) *RNAV 5:* Se utiliza para apoyar operaciones RNAV en la fase de vuelo en ruta para el espacio aéreo continental. Los criterios de franqueamiento de obstáculos se detallan en la Parte III, Sección 1, Capítulos 2, 3 y 4, y Sección 3, Capítulos 7 y 8.
- c) *RNAV 1 y 2:* Se utilizan para apoyar operaciones RNAV en la fase de vuelo en ruta, en SID, STAR y en aproximaciones hasta el FAF/FAP. Los criterios de franqueamiento de obstáculos se detallan en la Parte III, Sección 1, Capítulos 2 y 3, y Sección 3, Capítulos 1, 2, 3, 7 y 8.

*Nota.— Los criterios también se aplican a especificaciones de navegación regionales/nacionales publicadas con anterioridad a la RNAV 1, como la P-RNAV.*

- d) *RNP 4*: Se utiliza para apoyar operaciones RNAV en la fase de vuelo en ruta para mantener mínimas de separación longitudinal basadas en la distancia en el espacio aéreo oceánico o de áreas remotas. Los criterios de franqueamiento de obstáculos se detallan en la Parte III, Sección 1, Capítulo 2, y Sección 3, Capítulo 8.
- e) *RNP 1 básica*: Se utiliza para apoyar operaciones RNAV en SID, STAR y en aproximaciones hasta el FAF/FAP con vigilancia ATS limitada o sin ella y con tránsito de baja a media densidad. Los criterios de franqueamiento de obstáculos se detallan en la Parte III, Sección 1, Capítulo 2, y Sección 3, Capítulos 1, 2, 7 y 8.
- f) *RNP APCH*: Se utiliza para apoyar operaciones de aproximación RNAV de hasta RNP 0,3 diseñadas con tramos rectos. Se puede incluir un requisito de capacidades baro-VNAV. Los criterios de franqueamiento de obstáculos se detallan en la Parte III, Sección 1, Capítulo 2, y Sección 3, Capítulos 3, 4 y 7.
- g) *RNP AR APCH*: Se utiliza para apoyar operaciones de aproximación RNAV con un tramo de aproximación final de RNP 0,3 o menor y está diseñada para tramos rectos y/o tramos de radio fijo.

*Nota.— En el Manual sobre el diseño de procedimientos para la autorización requerida de la performance de navegación requerida (RNP AR) (Doc 9905) se detallan criterios para desarrollar procedimientos de aproximación RNP AR.*

## 1.2 ERROR TÉCNICO DE VUELO

El 95% de los valores de FTE a partir de los cuales se han derivado los criterios de diseño para las aplicaciones PBN se detalla en la Tabla III-1-1-1.

**Tabla III-1-1-1.**

<i>Fase de vuelo</i>	<i>FTE (95%) Propio de la especificación de navegación requerida</i>
En ruta [mayor o igual que 56 km (30 NM) respecto del ARP de salida o destino]	RNAV 5 – 4 630 m (2,5 NM) RNP 4 – 3 704 m (2 NM) RNAV 2 – 1 852 m (1 NM) RNAV 1 – 926 m (0,5 NM) RNP 1 básica – 926 m (0,5 NM)
Terminal [SID, STAR y aproximaciones inicial e intermedia menores que 56 km (30 NM) respecto del ARP]	RNAV 2 – 1 852 m (1 NM) RNAV 1 – 926 m (0,5 NM) RNP 1 básica – 926 m (0,5 NM) RNP APCH – 926 m (0,5 NM)
Aproximación final	RNP APCH – 463 m (0,25 NM)
Aproximación frustrada	RNP APCH – 926 m (0,5 NM)

*Nota.— Los valores de FTE para RNAV 5 y RNP 4 son los que se especifican en el Manual sobre la navegación basada en la performance (Doc 9613). Las especificaciones de navegación pueden considerarse conservadoras en el contexto de la performance demostrable.*

### 1.3 VALORES INTERMEDIOS

1.3.1 Las tolerancias perpendiculares a la derrota RNAV y RNP comprenden los errores NSE y FTE. Estas tolerancias se tratan como si fueran gaussianas y se determinan mediante la RSS de estos dos errores. (Para sistemas RNP basados en el GNSS, el NSE es pequeño y el FTE constituye el componente dominante). Sin embargo, se sabe que las distribuciones, que incluyen, entre otros, los errores crasos, no son verdaderamente gaussianas y las colas de la distribución no pueden determinarse en forma precisa sin un amplio conjunto de datos que no está disponible. Por lo tanto, se da cuenta de estas colas en los criterios de diseño de procedimientos para las aplicaciones RNP 4, RNP 1 básica, RNP APCH, RNAV 1, RNAV 2 y RNAV 5 por medio de un “valor intermedio” adicional, basándose en las características de la aeronave (velocidad, maniobrabilidad, etc.) y en la fase de vuelo (tiempo de reacción del piloto, tiempo de exposición, etc.), para tratar desviaciones más allá del valor 3 de desviación estándar ( $3\sigma$ ).

1.3.2 Los valores intermedios (BV) siguientes se utilizan en aplicaciones RNP 4, RNP 1 básica, RNP APCH, RNAV 1, RNAV 2 y RNAV 5:

**Tabla III-1-1-2. Valores intermedios**

<i>Fase de vuelo</i>	<i>BV para CAT A-E</i>	<i>BV para CAT H</i>
En ruta, SID y STAR [mayor o igual que 56 km (30 NM) respecto del ARP de salida o destino]	3 704 m (2,0 NM)	1 852 m (1,0 NM)
Terminal [STAR y aproximaciones inicial e intermedia menores que 56 km (30 NM) respecto del ARP; y SID y aproximaciones frustradas menores que 56 km (30 NM) respecto del ARP, pero mayores que 28 km (15 NM) respecto del ARP]	1 852 m (1,0 NM)	1 296 m (0,7 NM)
Aproximación final	926 m (0,5 NM)	648 m (0,35 NM)
Aproximaciones frustradas y SID de hasta 28 km (15 NM) respecto del ARP	926 m (0,5 NM)	648 m (0,35 NM)

### 1.4 ÁREA DE FRANQUEAMIENTO DE OBSTÁCULOS

#### 1.4.1 Semianchura del área

1.4.1.1 La semianchura del área ( $\frac{1}{2} A/W$ ) de franqueamiento de obstáculos en todas las aplicaciones RNAV y RNP (a excepción de la RNP AR) se basa en lo siguiente:

$$\frac{1}{2} A/W = 1,5 * XTT + BV$$

donde XTT es el valor (conocido como TSE) de la tolerancia perpendicular a la derrota  $2\sigma$  y BV es el “valor intermedio”, como se detalla en la Tabla III-1-1-2.

1.4.1.2 Cuando en un procedimiento pueden utilizarse más de un tipo de ayudas para la navegación (p. ej., DME/DME y GNSS básico para RNAV 1), XTT, ATT y la semianchura del área se calcularán para cada tipo específico de ayuda para la navegación y el franqueamiento de obstáculos se basará en el mayor de estos valores.

### 1.4.2 Áreas secundarias

El principio de área secundaria se aplica a todos los tramos RNAV donde se disponga de guía de derrota. Las áreas secundarias también pueden utilizarse en tramos codificados para el modo de rumbo (terminaciones de trayectoria VA, VI, VM), siempre y cuando toda el área se extienda 15° para tener en cuenta el efecto del viento.

### 1.4.3 Confluencia de áreas en los puntos de enlace de las fases de vuelo

1.4.3.1 Para llegadas y aproximaciones, la anchura del área se define, en el punto donde la fase de vuelo y/o la XTT cambia, usando el valor intermedio para la fase precedente y el valor XTT para la fase subsiguiente. Cuando la anchura del área del tramo subsiguiente es menor que la anchura del área del tramo precedente, la confluencia se logra usando una línea a 30° de la derrota nominal apoyada en la anchura del área en el punto de cambio (p. ej., IF y FAF). El borde externo del área primaria delinea la mitad del área total. Esto se ilustra en la Figura III-1-1-1, para un cambio FAF, donde:

$$\frac{1}{2} A/W \text{ del tramo intermedio} = 1,5 * XTT_{IF} + \text{valor intermedio terminal}$$

$$\frac{1}{2} A/W \text{ en el FAF} = 1,5 * XTT_{FAF} + \text{valor intermedio terminal}$$

$$\frac{1}{2} A/W \text{ del tramo de aproximación final} = 1,5 * XTT_{MAPt} + \text{valor intermedio de aproximación final}$$

1.4.3.2 Se aplica el mismo principio en el punto de enlace entre la fase en ruta y la fase de aproximación inicial.

1.4.3.3 Cuando la anchura del área del tramo subsiguiente es mayor que la anchura del área del precedente, la confluencia se logra gracias a una abertura de 15° respecto de la anchura del área del segmento precedente en el límite más próximo del punto donde cambia la fase de vuelo y/o la XTT. El borde externo del área primaria delinea la mitad del área total. Esto se ilustra en la Figura III-1-1-2.

## 1.5 PUNTOS DE REFERENCIA

### 1.5.1 Identificación de los puntos de referencia

Los puntos de referencia utilizados son los establecidos en los criterios generales. Cada punto de referencia se determinará como un punto de recorrido, tal y como se especifica en el Anexo 15.

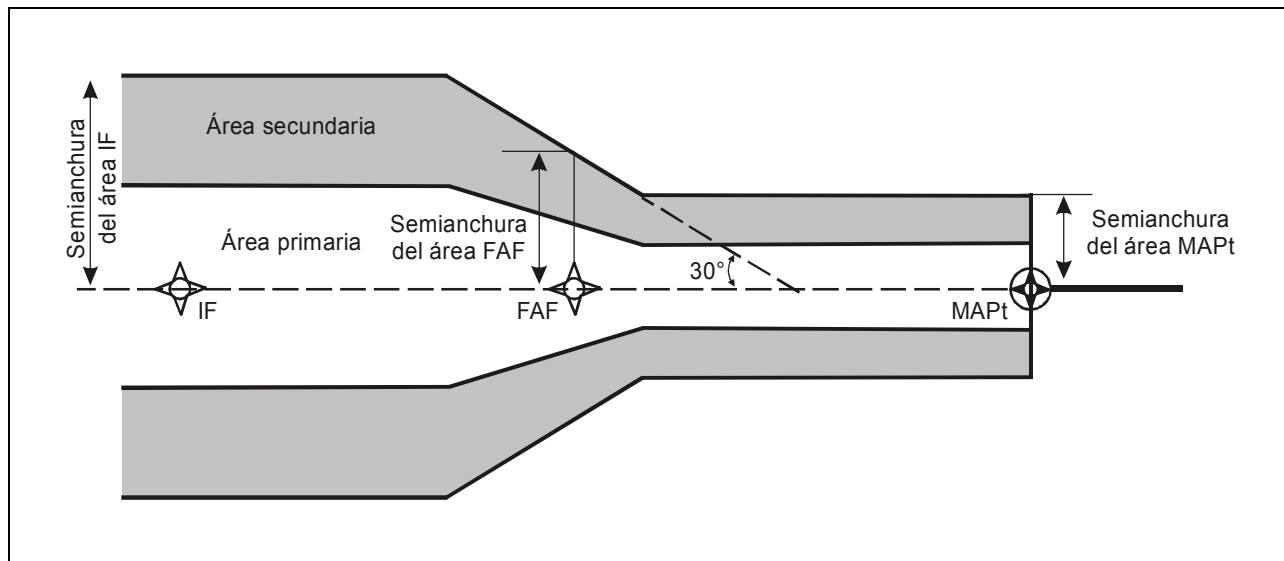
### 1.5.2 Puntos de referencia de escalón de descenso

Se aplican los criterios sobre puntos de referencia incluidos en la Parte I, Sección 2, Capítulo 2, 2.7.3, “Punto de referencia de escalón de descenso” y 2.7.4, “Obstáculo próximo a un punto de referencia de aproximación final o a un punto de referencia de escalón de descenso”. No debe considerarse el emplazamiento del SDF para calcular el área de protección lateral.

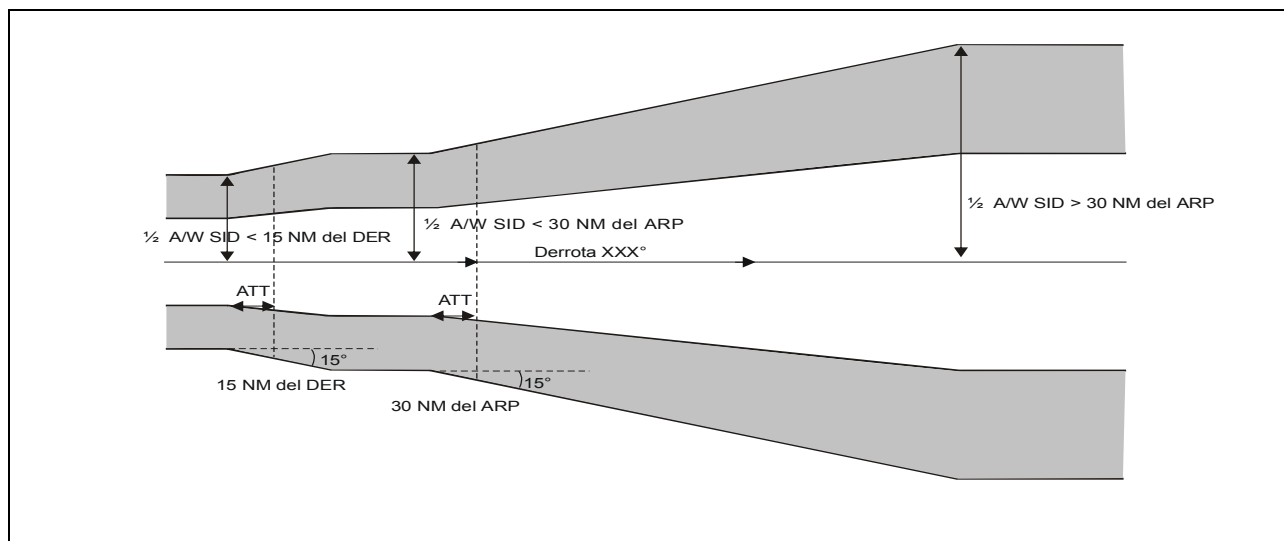
### 1.5.3 Puntos de referencia adicionales dentro de un tramo recto

Para poder aplicar restricciones específicas (p. ej., una restricción en la velocidad, un cambio de altitud o un punto de notificación para fines ATC), dentro de un tramo recto pueden añadirse algunos puntos de recorrido que no sean puntos de recorrido de viraje ni puntos especificados como IAF, IF, FAF o MAPt. Sin embargo, como la restricción del número de puntos de recorrido es esencial por diferentes motivos (p. ej., posibilidad de aplicar en la práctica el procedimiento de vuelo, la carga de trabajo del piloto y la dimensión básica de los datos de navegación), es necesario tener en cuenta lo siguiente:

- debería utilizarse el menor número de puntos de recorrido necesarios al desarrollar los procedimientos. A menos que sea necesario y sin importar cuál sea la fase de vuelo, no deberían especificarse más de dos puntos de recorrido adicionales dentro de un tramo recto. Estos puntos de recorrido adicionales no se consideran para calcular el área de protección lateral y se definen como puntos de recorrido de paso; y
- los cambios de altitud y las restricciones de velocidad se aplicarán únicamente cuando se prevean beneficios operacionales.



**Figura III-1-1-1. Confluencia de áreas en los puntos de enlace de las fases de vuelo — FAF**



**Figura III-1-1-2. Confluencia de áreas en los puntos de enlace de las fases de vuelo — salidas**





## Capítulo 2

# PROCEDIMIENTOS RNAV CON GNSS BÁSICO

### 2.1 GENERALIDADES

2.1.1 En este capítulo se proporcionan parámetros perpendiculares y paralelos a la derrota para el GNSS básico que se usan como datos en los criterios de construcción de procedimientos de la Sección 3 de esta parte. El posicionamiento del GNSS básico se aplica a las especificaciones de navegación siguientes:

- a) RNAV 5;
- b) RNAV 2;
- c) RNAV 1;
- d) RNP 4;
- e) RNP 1 básica; y
- f) RNP APCH.

### 2.2 XTT, ATT Y SEMIANCHURA DEL ÁREA

2.2.1 *XTT y ATT para especificaciones de navegación RNP.* El error del sistema total (TSE) depende del error de cálculo de la posición (error SIS y error del receptor de a bordo), el error de definición de la trayectoria, el error de presentación en pantalla y el error técnico de vuelo. En las especificaciones de navegación RNP se definen los valores TSE laterales como sigue:

- a) *RNP 4.* El TSE lateral y el error a lo largo de la derrota no excederá de  $\pm 7,4$  km (4 NM) para, por lo menos, 95% del tiempo total de vuelo.
- b) *RNP 1 básica.* El TSE lateral y el error a lo largo de la derrota no excederá de  $\pm 1,9$  km (1 NM) para, por lo menos, 95% del tiempo total de vuelo.
- c) *RNP APCH.* El TSE lateral y el error a lo largo de la derrota no excederá de  $\pm 1,9$  km (1 NM) para el 95% del tiempo total de vuelo durante los tramos inicial e intermedio de la aproximación y durante la aproximación frustrada, cuando ésta se derive de un requisito RNAV. El TSE lateral y el error a lo largo de la derrota no excederá de  $\pm 0,56$  km (0,3 NM) para el 95% del tiempo total de vuelo durante la aproximación final.

El TSE se usa para definir los valores de XTT y ATT como sigue:

$$XTT = TSE$$

$$ATT = 0,8 * TSE$$

2.2.1.1 Los criterios RNP APCH se aplicarán sólo dentro de 56 km (30 NM) del ARP de destino. Fuera de esta distancia, deberían aplicarse los criterios RNAV 1 o RNP 1 básica.

2.2.2 *XTT y ATT para especificaciones de navegación RNAV.* En los casos en que el FTE de una especificación de navegación RNAV exceda el límite de alerta del monitor de integridad (IMAL) del receptor GNSS, la XTT se basa en la raíz cuadrada de la suma de los cuadrados (RSS) estándar del TSE ( $TSE = NSE + FTE + ST$ , donde ST es igual a 0,25 NM). Cuando el FTE sea igual o menor que el IMAL, la XTT se basa en el IMAL. Esto se ilustra en la tabla siguiente:

<i>Fase de vuelo</i>	<i>Especificación de navegación</i>	<i>XTT</i>
En ruta y terminal [ $>56$ km (30 NM) respecto del ARP]	RNAV 5	4,65 km (2,51 NM)
En ruta y terminal [ $>56$ km (30 NM) respecto del ARP]	RNAV 1 y 2	3 704 m (2,00 NM)
Terminal [ $< 56$ km (30 NM) respecto del ARP] al IAF	RNAV 1 y 2	1 852 m (1,00 NM)

$$ATT = 0,8 * XTT$$

### 2.2.3 Semianchura del área

2.2.3.1 La semianchura del área ( $\frac{1}{2} A/W$ ) en un punto de recorrido se determina por medio de la ecuación siguiente:

$$\frac{1}{2} A/W = XTT \times 1,5 + BV$$

donde:

1,5 XTT corresponde al valor TSE lateral  $3\sigma$

BV = valor intermedio (véanse los valores de la Tabla III-1-1-2).

2.2.3.2 Los puntos de referencia de espera RNAV deberían definirse usando los valores XTT y ATT para la fase en ruta, salvo donde la espera sea menor que 56 km (30 NM) del ARP, donde deben usarse valores STAR.

2.2.3.3 Los resultados de los cálculos de la semianchura se proporcionan como sigue:

- para la RNP 4: en las Tablas III-1-2-1 y III-1-2-2;
- para la RNP 1 básica (aviones): en las Tablas III-1-2-3 y III-1-2-4;
- para la RNP 1 básica (CAT H): en las Tablas III-1-2-5 y III-1-2-6;
- para la RNP APCH (aviones): en las Tablas III-1-2-7 y III-1-2-8;
- para la RNP APCH (CAT H): en las Tablas III-1-2-9 y III-1-2-10;
- para la RNAV 1 y la RNAV 2: en las Tablas III-1-2-11 y III-1-2-12; y
- para la RNAV 5: en las Tablas III-1-2-13 y III-1-2-14.

**Tabla III-1-2-1. XTT, ATT y semianchura del área para RNP 4 en la fase de vuelo en ruta (km)**

<i>En ruta/STAR/SID (&gt;56 km del ARP)</i>		
<i>XTT</i>	<i>ATT</i>	<i>½ A/W</i>
7,41	5,93	14,82

**Tabla III-1-2-2. XTT, ATT y semianchura del área para RNP 4 en la fase de vuelo en ruta (NM)**

<i>En ruta/STAR/SID (&gt;30 NM del ARP)</i>		
<i>XTT</i>	<i>ATT</i>	<i>½ A/W</i>
4,00	3,20	8,00

**Tabla III-1-2-3. XTT, ATT y semianchura del área para RNP 1 básica (aviones) en las fases de vuelo de llegada y de salida (km)**

<i>STAR/SID (&gt;56 km del ARP)</i>			<i>STAR/SID (&lt;56 km del ARP)</i>			<i>SID (&lt;28 km del ARP)</i>		
<i>XTT</i>	<i>ATT</i>	<i>½ A/W</i>	<i>XTT</i>	<i>ATT</i>	<i>½ A/W</i>	<i>XTT</i>	<i>ATT</i>	<i>½ A/W</i>
1,85	1,48	6,48	1,85	1,48	4,63	1,85	1,48	3,70

**Tabla III-1-2-4. XTT, ATT y semianchura del área para RNP 1 básica (aviones) en las fases de vuelo de llegada y de salida (NM)**

<i>STAR/SID (&gt;30 NM del ARP)</i>			<i>STAR/SID (&lt;30 NM del ARP)</i>			<i>SID (&lt;15 NM del ARP)</i>		
<i>XTT</i>	<i>ATT</i>	<i>½ A/W</i>	<i>XTT</i>	<i>ATT</i>	<i>½ A/W</i>	<i>XTT</i>	<i>ATT</i>	<i>½ A/W</i>
1,00	0,80	3,50	1,00	0,80	2,50	1,00	0,80	2,00

**Tabla III-1-2-5. XTT, ATT y semianchura del área para RNP 1 básica (CAT H)  
en las fases de vuelo de llegada y de salida (km)**

<i>STAR/SID</i> (>56 km del ARP)			<i>STAR/SID</i> (<56 km del ARP)			<i>SID</i> (<28 km del ARP)		
<i>XTT</i>	<i>ATT</i>	$\frac{1}{2}$ A/W	<i>XTT</i>	<i>ATT</i>	$\frac{1}{2}$ A/W	<i>XTT</i>	<i>ATT</i>	$\frac{1}{2}$ A/W
1,85	1,48	4,63	1,85	1,48	4,07	1,85	1,48	3,43

**Tabla III-1-2-6. XTT, ATT y semianchura del área para RNP 1 básica (CAT H)  
en las fases de vuelo de llegada y de salida (NM)**

<i>STAR/SID</i> (>30 NM del ARP)			<i>STAR/SID</i> (<30 NM del ARP)			<i>SID</i> (<15 NM del ARP)		
<i>XTT</i>	<i>ATT</i>	$\frac{1}{2}$ A/W	<i>XTT</i>	<i>ATT</i>	$\frac{1}{2}$ A/W	<i>XTT</i>	<i>ATT</i>	$\frac{1}{2}$ A/W
1,00	0,80	2,50	1,00	0,80	2,20	1,00	0,80	1,85

**Tabla III-1-2-7. XTT, ATT y semianchura del área para RNP APCH (CAT A a E)  
en las fases de vuelo de aproximación inicial/intermedia/final  
y de aproximación frustrada (km)**

<i>IF/IAF/aproximación frustrada</i> (<56 km del ARP)			<i>FAF</i>			<i>MAPt</i>			<i>Aproximación frustrada</i> (<28 km del ARP)		
<i>XTT</i>	<i>ATT</i>	$\frac{1}{2}$ A/W	<i>XTT</i>	<i>ATT</i>	$\frac{1}{2}$ A/W	<i>XTT</i>	<i>ATT</i>	$\frac{1}{2}$ A/W	<i>XTT</i>	<i>ATT</i>	$\frac{1}{2}$ A/W
1,85	1,48	4,63	0,56	0,44	2,69	0,56	0,44	1,76	1,85	1,48	3,70

**Tabla III-1-2-8. XTT, ATT y semianchura del área para RNP APCH (CAT A a E)  
en las fases de vuelo de aproximación inicial/intermedia/final  
y de aproximación frustrada (NM)**

<i>IF/IAF/aproximación frustrada</i> (<30 NM del ARP)			<i>FAF</i>			<i>MAPt</i>			<i>Aproximación frustrada</i> (<15 NM del ARP)		
<i>XTT</i>	<i>ATT</i>	$\frac{1}{2}$ A/W	<i>XTT</i>	<i>ATT</i>	$\frac{1}{2}$ A/W	<i>XTT</i>	<i>ATT</i>	$\frac{1}{2}$ A/W	<i>XTT</i>	<i>ATT</i>	$\frac{1}{2}$ A/W
1,00	0,80	2,50	0,30	0,24	1,45	0,30	0,24	0,95	1,00	0,80	2,00

**Tabla III-1-2-9. XTT, ATT y semianchura del área para RNP APCH (CAT H) en las fases de vuelo de aproximación inicial/intermedia/final y de aproximación frustrada (km)**

<i>IF/IAF/aproximación frustrada (&lt;56 km del ARP)</i>			<i>FAF</i>			<i>MAPt</i>			<i>Aproximación frustrada (&lt;28 km del ARP)</i>		
<i>XTT</i>	<i>ATT</i>	$\frac{1}{2}$ <i>A/W</i>	<i>XTT</i>	<i>ATT</i>	$\frac{1}{2}$ <i>A/W</i>	<i>XTT</i>	<i>ATT</i>	$\frac{1}{2}$ <i>A/W</i>	<i>XTT</i>	<i>ATT</i>	$\frac{1}{2}$ <i>A/W</i>
1,85	1,48	4,07	0,56	0,44	2,13	0,56	0,44	1,48	1,85	1,48	3,43

**Tabla III-1-2-10. XTT, ATT y semianchura del área para la RNP APCH (CAT H) en las fases de vuelo en ruta, de llegada y de aproximación inicial/intermedia/final y de aproximación frustrada (NM)**

<i>IF/IAF/aproximación frustrada (&lt;30 NM del ARP)</i>			<i>FAF</i>			<i>MAPt</i>			<i>Aproximación frustrada (&lt;15 NM del ARP)</i>		
<i>XTT</i>	<i>ATT</i>	$\frac{1}{2}$ <i>A/W</i>	<i>XTT</i>	<i>ATT</i>	$\frac{1}{2}$ <i>A/W</i>	<i>XTT</i>	<i>ATT</i>	$\frac{1}{2}$ <i>A/W</i>	<i>XTT</i>	<i>ATT</i>	$\frac{1}{2}$ <i>A/W</i>
1,00	0,80	2,20	0,30	0,24	1,15	0,30	0,24	0,80	1,00	0,80	1,85

**Tabla III-1-2-11. XTT, ATT y semianchura del área para RNAV 1 y RNAV 2 en las fases de vuelo en ruta, de llegada, de aproximación inicial/intermedia y de salida (km)**

<i>En ruta/STAR/SID (&gt;56 km del ARP)</i>			<i>STAR/IF/IAF/SID (&lt;56 km del ARP)</i>			<i>SID (&lt;28 km del ARP)</i>		
<i>XTT</i>	<i>ATT</i>	$\frac{1}{2}$ <i>A/W</i>	<i>XTT</i>	<i>ATT</i>	$\frac{1}{2}$ <i>A/W</i>	<i>XTT</i>	<i>ATT</i>	$\frac{1}{2}$ <i>A/W</i>
3,70	2,96	9,26	1,85	1,48	4,63	1,85	1,48	3,70

**Tabla III-1-2-12. XTT, ATT y semianchura del área para RNAV 1 y RNAV 2 en las fases de vuelo en ruta, de llegada, de aproximación inicial/intermedia y de salida (NM)**

<i>En ruta/STAR/SID (&gt;30 NM del ARP)</i>			<i>STAR/IF/IAF/SID (&lt;30 NM del ARP)</i>			<i>SID (&lt;15 NM del ARP)</i>		
<i>XTT</i>	<i>ATT</i>	$\frac{1}{2}$ <i>A/W</i>	<i>XTT</i>	<i>ATT</i>	$\frac{1}{2}$ <i>A/W</i>	<i>XTT</i>	<i>ATT</i>	$\frac{1}{2}$ <i>A/W</i>
2,00	1,60	5,00	1,00	0,80	2,50	1,00	0,80	2,00

**Tabla III-1-2-13. XTT, ATT y semianchura del área para RNAV 5 en la fase de vuelo en ruta (km)**

<i>En ruta/STAR/SID (&gt;56 km del ARP)</i>		
<i>XTT</i>	<i>ATT</i>	<i>½ A/W</i>
4,65	3,72	10,69

**Tabla III-1-2-14. XTT, ATT y semianchura del área para RNAV 5 en la fase de vuelo en ruta (NM)**

<i>En ruta/STAR/SID (&gt;30 NM del ARP)</i>		
<i>XTT</i>	<i>ATT</i>	<i>½ A/W</i>
2,51	2,01	5,77

## Capítulo 3

### PROCEDIMIENTOS RNAV CON DME/DME

#### 3.1 GENERALIDADES

3.1.1 En este capítulo se proporcionan criterios de diseño para procedimientos RNAV con DME/DME en aplicaciones de navegación RNAV 1 y RNAV 2, que se utilizan en operaciones en las fases de vuelo en ruta continental y terminal, que abarcan SID, STAR y aproximaciones iniciales hasta la aproximación final/aproximación frustrada, exclusive. También, se tratan aplicaciones RNAV 5, que se utilizan en operaciones en la fase de vuelo en ruta continental únicamente. Se aplican las disposiciones de la Parte I, Sección 2, Capítulo 4, “Garantía de calidad”, como se amplían o modifican en este capítulo.

3.1.2 Los criterios de este capítulo no son apropiados para aplicaciones RNP. En los casos en que se utilice un posicionamiento con DME/DME para dar apoyo a aplicaciones RNP, deberían utilizarse los criterios existentes relativos a la RNP 1 básica y RNP APCH, según convenga.

#### 3.2 REQUISITOS DE LOS EQUIPOS DE A BORDO Y DE TIERRA PARA PROCEDIMIENTOS DME/DME

3.2.1 Las premisas normales relativas al equipo de a bordo y de tierra en las que se basan los procedimientos DME/DME son las siguientes:

- a) las coordenadas de la estación DME se publican en el WGS-84 y las elevaciones se expresan respecto al AMSL (cuando un DME no está situado exactamente junto al VOR, el emplazamiento y la elevación del DME deberían publicarse por separado en la AIP);
- b) el equipo de a bordo se ajusta a la orientación establecida en el Manual sobre la navegación basada en la performance (PBN) (Doc 9613) de la OACI:
  - 1) Volumen II, Parte B, Capítulo 2, Aplicación de la RNAV 5; o
  - 2) Volumen II, Parte B, Capítulo 3, Aplicación de la RNAV 1 y RNAV 2;
- c) el equipo de tierra se ajusta a los criterios establecidos en el Anexo 10 de la OACI y no contribuye a un error de más de 185 m/0,1 NM, el 95% del tiempo.

#### 3.3 PRECISIÓN DE UTILIZACIÓN DEL SISTEMA RNAV DME/DME

3.3.1 La precisión de utilización del sistema (DTT) para los sistemas de recepción de a bordo se define del modo siguiente:

$$2\sigma = 2 \frac{\sqrt{(\sigma_{1,air}^2 + \sigma_{1,sys}^2) + (\sigma_{2,air}^2 + \sigma_{2,sys}^2)}}{Sen\alpha}$$

donde:  $\sigma_{\text{sis}} = 0,05 \text{ NM}$ ,

$\sigma_{\text{air}} = \text{MAX}\{0,085 \text{ NM}, \text{ distancia del } 0,125\% \text{ (como se define en los documentos RTCA DO-189 y TSO-C66 c)}\}$  para RNAV 1 y RNAV 2

y

$$30 \leq \alpha \leq 150.$$

3.3.2 Los valores ATT, XTT y  $\frac{1}{2}$  A/W se calculan para  $\alpha = 90^\circ$  donde puedan utilizarse dos estaciones DME en todo el procedimiento (es decir, por lo menos dos pares de DME disponibles en cualquier punto sobre la derrota); de lo contrario, se utiliza un valor de  $\alpha = 30^\circ$ .

*Nota.— El horizonte teórico de radio máximo en kilómetros es  $4,11 \sqrt{h}$ , donde  $h$  se expresa en metros. El horizonte teórico de radio máximo en NM es  $1,23 \sqrt{h}$ , donde  $h$  se expresa en pies.*

### 3.4 TOLERANCIA TÉCNICA DE VUELO

Se aplican los valores FTE que se detallan en la Tabla III-1-1-1.

### 3.5 TOLERANCIA DE CÁLCULO DEL SISTEMA

La tolerancia de cálculo del sistema (ST) es  $\pm 463 \text{ m}$  (0,25 NM). Esta tolerancia depende de la aplicación del WGS-84.

### 3.6 XTT, ATT Y SEMIANCHURA DEL ÁREA

#### 3.6.1 XTT y ATT

3.6.1.1 La combinación de las tolerancias especificadas en 3.3 a 3.5, tomando como base el método de la raíz cuadrada de la suma de los cuadrados, da las tolerancias perpendicular y paralela a la derrota de cualquier punto de referencia definido por puntos de recorrido de la siguiente manera:

$$XTT = \sqrt{DTT^2 + FTE^2 + ST^2}$$

$$ATT = \sqrt{DTT^2 + ST^2}$$

3.6.1.2 Los resultados de los cálculos de las tolerancias XTT y ATT figuran:

- a) *para RNAV 1*: en las Tablas III-1-3-1 a III-1-3-4;
- b) *para RNAV 2*: en las Tablas III-1-3-5 y III-1-3-6; y
- c) *para RNAV 5*: en las Tablas III-1-3-7 y III-1-3-8.



### 3.6.2 Semianchura del área

3.6.2.1 La semianchura del área ( $\frac{1}{2} A/W$ ) en un punto de recorrido se determina por la ecuación siguiente:

$$\frac{1}{2} A/W = 1,5 \times XTT + BV$$

donde: BV = valor intermedio (véanse los valores en la Tabla III-1-1-2)

3.6.2.2 Los puntos de referencia de espera RNAV deberían definirse usando los valores XTT y ATT para la fase en ruta, salvo donde la espera sea menor que 30 NM del ARP, donde deberían usarse los valores STAR.

3.6.2.3 Los resultados de los cálculos de la semianchura se proporcionan:

- a) *para RNAV 1*: en las Tablas III-1-3-1 a III-1-3-4;
- b) *para RNAV 2*: en las Tablas III-1-3-5 a III-1-3-6; y
- c) *para RNAV 5*: en las Tablas III-1-3-7 a III-1-3-8.

## 3.7 COBERTURA DE LAS AYUDAS PARA LA NAVEGACIÓN

3.7.1 Ya que no es posible saber qué instalaciones DME utilizará el sistema de a bordo para una actualización de la posición, debería llevarse a cabo una verificación de la viabilidad teórica de la ruta para garantizar que exista una cobertura DME apropiada disponible en cualquier punto a lo largo de la ruta propuesta, basándose en por lo menos dos instalaciones seleccionadas (la cobertura de las estaciones DME se da en la Figura III-1-3-1). La verificación inicial debería llevarse a cabo usando un modelo de inspección apropiado del DME y debería tenerse en cuenta lo siguiente:

- a) el alcance máximo promulgado de la instalación DME, permitiendo un horizonte teórico de radio máximo de la estación de 300 km/160 NM;
- b) ángulo de intersección máximo y mínimo de las estaciones DME (entre 30° y 150°);
- c) que las instalaciones DME dentro de una distancia de 5,6 km (3 NM) respecto de la derrota de diseño no puedan utilizarse para la navegación; y
- d) las restricciones promulgadas para la cobertura operacional designada, de haberlas.

*Nota.— Varios Estados y organizaciones, como la FAA y EUROCONTROL, utilizan herramientas de inspección de DME.*

3.7.2 Con la verificación de viabilidad teórica debería determinarse la cobertura y redundancia sobre la ruta. Si, en cualquier punto del procedimiento, el posicionamiento sólo puede lograrse usando un par específico de DME, estos DME se consideran críticos para el procedimiento. Los procedimientos con DME críticos no tienen redundancia. Los DME críticos deberán anotarse en la carta de procedimientos.

3.7.3 Si un sistema TACAN, que no cumpla los requisitos del Anexo 10 relativos al alcance de la estación DME, queda comprendido dentro del alcance de actualización posible, esta estación no se publicará en la AIP civil a fin de desalentar el almacenamiento en una base de datos de navegación de a bordo electrónica.

3.7.4 Una estación DME puede localizarse por encima de la trayectoria nominal de vuelo, siempre y cuando se confirme que la performance es aceptable mediante una inspección de vuelo y que la aceptabilidad operacional se vigile estrechamente durante los meses iniciales de operación (por lo menos tres meses).

*Nota.— Los sistemas de a bordo utilizan todas las instalaciones DME dentro de un alcance máximo y determinan qué instalaciones son más idóneas para calcular la posición.*

3.7.5 Cuando no se pueda lograr una cobertura DME/DME continua, el diseño debe tener en cuenta la limitación derivada del uso de un tramo de navegación a estima. El área protegida se extenderá 15° a ambos lados de la derrota, empezando en el borde del área primaria en el punto donde no está disponible la cobertura. La distancia de la derrota fuera de la cobertura no debe superar los 19 km (10 NM). [En los tramos de salida iniciales, donde frecuentemente la cobertura DME es inadecuada y los requisitos ATM influyen decididamente en el diseño, debe considerarse el uso de tramos de rumbo y virajes iniciales a una altitud dada o, incluso, aplicarse navegación convencional (sin equipo RNAV)]. El proveedor de servicios debería garantizar que no haya efectos adversos en el posicionamiento a partir de las estaciones VOR/DME cuando se esté fuera de la cobertura DME/DME.

*Nota.— Es posible desarrollar soluciones con sensores múltiples en los que intervenga el uso del VOR/DME y/o DME/DME/IRU para contextos específicos.*

### 3.8 VALIDACIÓN

#### 3.8.1 Validación en tierra

Puede llevarse a cabo una validación inicial del procedimiento propuesto utilizando simuladores de vuelo y/o herramientas de soporte lógico de simulación con FMC para comprobar la trayectoria de vuelo prevista en cuanto a condiciones de continuidad y posibilidad de repetir la ruta. En dicha validación debería incluirse el efecto de las IAS mínima y máxima, de los vientos, del tipo de aeronave y su masa y el tipo de la FMC.

#### 3.8.2 Inspección de vuelo

3.8.2.1 La verificación inicial de la viabilidad teórica debería confirmarse en forma subsiguiente mediante la inspección de vuelo. La organización de inspección de vuelo debería proporcionar los detalles completos de las verificaciones previas al diseño, incluidos los de cualquier DME crítico.

3.8.2.2 La verificación en vuelo antes de la promulgación debería incluir un análisis de los antecedentes de actualización (utilización de estaciones DME para la actualización). Si el sistema RNAV utiliza estaciones DME emplazadas fuera de su alcance de radio promulgado, debería efectuarse una verificación adicional sobre el efecto de la utilización de dichas estaciones.

**Tabla III-1-3-1. XTT, ATT y semianchura del área para RNAV (RNAV 1) con DME en las fases de vuelo en ruta, de llegada, de aproximación inicial/intermedia y de salida (km)**  
**Tabla basada en la disponibilidad de dos estaciones de actualización DME**

Altitud (m)	En ruta/STAR/SID (>56 km del ARP)			STAR/IF/IAF (<56 km del ARP)			SID (<28 km del DER)			FAF		
	XTT	ATT	½ A/W	XTT	ATT	½ A/W	XTT	ATT	½ A/W	XTT	ATT	½ A/W
4 500	Para todas las altitudes			2,29	2,09	5,29	2,29	2,09	4,36			
4 200	2,29	2,09	7,14	2,23	2,03	5,20	2,23	2,03	4,27			
3 900				2,17	1,97	5,11	2,17	1,97	4,18			
3 600				2,11	1,90	5,02	2,11	1,90	4,09			
3 300				2,05	1,83	4,93	2,05	1,83	4,00			
3 000				1,99	1,76	4,83	1,99	1,76	3,90	1,82	1,76	3,65
2 700				1,92	1,68	4,73	1,92	1,68	3,80	1,74	1,68	3,54
2 400				1,85	1,60	4,63	1,85	1,60	3,70	1,67	1,60	3,43
2 100				1,78	1,52	4,52	1,78	1,52	3,59	1,59	1,52	3,31
1 800				1,70	1,43	4,41	1,70	1,43	3,48	1,50	1,43	3,18
1 500				1,63	1,34	4,29	1,63	1,34	3,36	1,41	1,34	3,05
1 200				1,54	1,24	4,17	1,54	1,24	3,24	1,32	1,24	2,91
300-900				1,46	1,13	4,05	1,46	1,13	3,12	1,22	1,13	2,76

**Tabla III-1-3-2. XTT, ATT y semianchura del área para RNAV (RNAV 1) con DME en las fases de vuelo en ruta, de llegada, de aproximación inicial/intermedia y de salida (NM)**  
**Tabla basada en la disponibilidad de dos estaciones de actualización DME**

Altitud (ft)	En ruta/STAR/SID (>30 NM del ARP)			STAR/IF/IAF (<30 NM del ARP)			SID (<15 NM del DER)			FAF		
	XTT	ATT	½ A/W	XTT	ATT	½ A/W	XTT	ATT	½ A/W	XTT	ATT	½ A/W
15 000	Para todas las altitudes			1,24	1,13	2,85	1,24	1,13	2,35			
14 000	1,24	1,13	3,85	1,20	1,10	2,81	1,20	1,10	2,31			
13 000				1,17	1,06	2,76	1,17	1,06	2,26			
12 000				1,14	1,02	2,71	1,14	1,02	2,21			
11 000				1,11	0,99	2,66	1,11	0,99	2,16			
10 000				1,07	0,95	2,61	1,07	0,95	2,11	0,98	0,95	1,97
9 000				1,04	0,91	2,55	1,04	0,91	2,05	0,94	0,91	1,91
8 000				1,00	0,86	2,50	1,00	0,86	2,00	0,90	0,86	1,85
7 000				0,96	0,82	2,44	0,96	0,82	1,94	0,86	0,82	1,79
6 000				0,92	0,77	2,38	0,92	0,77	1,88	0,81	0,77	1,72
5 000				0,88	0,72	2,32	0,88	0,72	1,82	0,76	0,72	1,65
4 000				0,83	0,67	2,25	0,83	0,67	1,75	0,71	0,67	1,57
1 000-3 000				0,79	0,61	2,18	0,79	0,61	1,68	0,66	0,61	1,49

**Tabla III-1-3-3. XTT, ATT y semianchura del área para RNAV (RNAV 1) con DME en las fases de vuelo en ruta, de llegada, de aproximación inicial/intermedia y de salida (km)**  
**Tabla basada en la disponibilidad de más de dos estaciones de actualización DME**

Altitud (m)	En ruta/STAR/SID (>56 km del ARP)			STAR/IF/IAF (<56 km del ARP)			SID (<28 km del DER)			FAF		
	XTT	ATT	½ A/W	XTT	ATT	½ A/W	XTT	ATT	½ A/W	XTT	ATT	½ A/W
4 500	Para todas las altitudes			1,45	1,12	4,03	1,45	1,12	3,11			
4 200	1,45	1,12	5,88	1,43	1,09	4,00	1,43	1,09	3,07			
3 900				1,41	1,06	3,96	1,41	1,06	3,04			
3 600				1,39	1,03	3,93	1,39	1,03	3,00			
3 300				1,36	1,00	3,89	1,36	1,00	2,97			
3 000				1,34	0,97	3,86	1,34	0,97	2,93	1,07	0,97	2,53
2 700				1,31	0,93	3,82	1,31	0,93	2,90	1,04	0,93	2,49
2 400				1,29	0,90	3,78	1,29	0,90	2,86	1,01	0,90	2,44
2 100				1,26	0,86	3,75	1,26	0,86	2,82	0,98	0,86	2,39
1 800				1,24	0,82	3,71	1,24	0,82	2,78	0,94	0,82	2,34
1 500				1,21	0,78	3,67	1,21	0,78	2,74	0,91	0,78	2,29
1 200				1,18	0,74	3,63	1,18	0,74	2,70	0,87	0,74	2,23
300-900				1,16	0,69	3,59	1,16	0,69	2,66	0,83	0,69	2,18

**Tabla III-1-3-4. XTT, ATT y semianchura del área para RNAV (RNAV 1) con DME en las fases de vuelo en ruta, de llegada, de aproximación inicial/intermedia y de salida (NM)**  
**Tabla basada en la disponibilidad de más de dos estaciones de actualización DME**

Altitud (ft)	En ruta/STAR/SID (>30 NM del ARP)			STAR/IF/IAF (<30 NM del ARP)			SID (<15 NM del DER)			FAF		
	XTT	ATT	½ A/W	XTT	ATT	½ A/W	XTT	ATT	½ A/W	XTT	ATT	½ A/W
15 000	Para todas las altitudes			0,78	0,61	2,18	0,78	0,61	1,68			
14 000	0,78	0,61	3,18	0,77	0,59	2,16	0,77	0,59	1,66			
13 000				0,76	0,57	2,14	0,76	0,57	1,64			
12 000				0,75	0,56	2,12	0,75	0,56	1,62			
11 000				0,74	0,54	2,10	0,74	0,54	1,60			
10 000				0,72	0,52	2,08	0,72	0,52	1,58	0,58	0,52	1,37
9 000				0,71	0,50	2,06	0,71	0,50	1,56	0,56	0,50	1,34
8 000				0,70	0,48	2,04	0,70	0,48	1,54	0,54	0,48	1,32
7 000				0,68	0,46	2,02	0,68	0,46	1,52	0,53	0,46	1,29
6 000				0,67	0,44	2,00	0,67	0,44	1,50	0,51	0,44	1,26
5 000				0,65	0,42	1,98	0,65	0,42	1,48	0,49	0,42	1,23
4 000				0,64	0,40	1,96	0,64	0,40	1,46	0,47	0,40	1,20
1 000-3 000				0,62	0,37	1,94	0,62	0,37	1,44	0,45	0,37	1,18

**Tabla III-1-3-5. XTT, ATT y semianchura del área para RNAV (RNAV 2) con DME en las fases de vuelo en ruta, de llegada, de aproximación inicial/intermedia y de salida (km)**  
**Tabla basada en la disponibilidad de dos estaciones de actualización DME**

Altitud (m)	En ruta/STAR/SID (>56 km del ARP)			STAR/IF/IAF (<56 km del ARP)			SID (<28 km del DER)			FAF		
	XTT	ATT	½ A/W	XTT	ATT	½ A/W	XTT	ATT	½ A/W	XTT	ATT	½ A/W
4 500	Para todas las altitudes			2,79	2,09	6,04	2,79	2,09	5,12			
4 200	2,79	2,09	7,90	2,75	2,03	5,97	2,75	2,03	5,05			
3 900				2,70	1,97	5,90	2,70	1,97	4,98			
3 600				2,65	1,90	5,83	2,65	1,90	4,90			
3 300				2,60	1,83	5,76	2,60	1,83	4,83			
3 000				2,55	1,76	5,68	2,55	1,76	4,75	N/A	N/A	N/A
2 700				2,50	1,68	5,60	2,50	1,68	4,68	N/A	N/A	N/A
2 400				2,45	1,60	5,52	2,45	1,60	4,60	N/A	N/A	N/A
2 100				2,39	1,52	5,44	2,39	1,52	4,52	N/A	N/A	N/A
1 800				2,34	1,43	5,36	2,34	1,43	4,44	N/A	N/A	N/A
1 500				2,28	1,34	5,28	2,28	1,34	4,35	N/A	N/A	N/A
1 200				2,23	1,24	5,19	2,23	1,24	4,27	N/A	N/A	N/A
300-900				2,17	1,13	5,11	2,17	1,13	4,18	N/A	N/A	N/A

**Tabla III-1-3-6. XTT, ATT y semianchura del área para RNAV (RNAV 2) con DME en las fases de vuelo en ruta, de llegada, de aproximación inicial/intermedia y de salida (NM)**  
**Tabla basada en la disponibilidad de dos estaciones de actualización DME**

Altitud (ft)	En ruta/STAR/SID (>30 NM del ARP)			STAR/IF/IAF (<30 NM del ARP)			SID (<15 NM del DER)			FAF		
	XTT	ATT	½ A/W	XTT	ATT	½ A/W	XTT	ATT	½ A/W	XTT	ATT	½ A/W
15 000	Para todas las altitudes			1,51	1,13	3,26	1,51	1,13	2,76			
14 000	1,51	1,13	4,26	1,48	1,10	3,23	1,48	1,10	2,73			
13 000				1,46	1,06	3,19	1,46	1,06	2,69			
12 000				1,43	1,02	3,15	1,43	1,02	2,65			
11 000				1,41	0,99	3,11	1,41	0,99	2,61			
10 000				1,38	0,95	3,07	1,38	0,95	2,57	N/A	N/A	N/A
9 000				1,35	0,91	3,03	1,35	0,91	2,53	N/A	N/A	N/A
8 000				1,32	0,86	2,98	1,32	0,86	2,48	N/A	N/A	N/A
7 000				1,29	0,82	2,94	1,29	0,82	2,44	N/A	N/A	N/A
6 000				1,26	0,77	2,90	1,26	0,77	2,40	N/A	N/A	N/A
5 000				1,23	0,72	2,85	1,23	0,72	2,35	N/A	N/A	N/A
4 000				1,20	0,67	2,80	1,20	0,67	2,30	N/A	N/A	N/A
1 000-3 000				1,17	0,61	2,76	1,17	0,61	2,26	N/A	N/A	N/A

**Tabla III-1-3-7. XTT, ATT y semianchura del área para RNAV (RNAV 5) con DME en la fase de vuelo en ruta (km)**

**Tabla basada en la disponibilidad de dos estaciones de actualización DME**

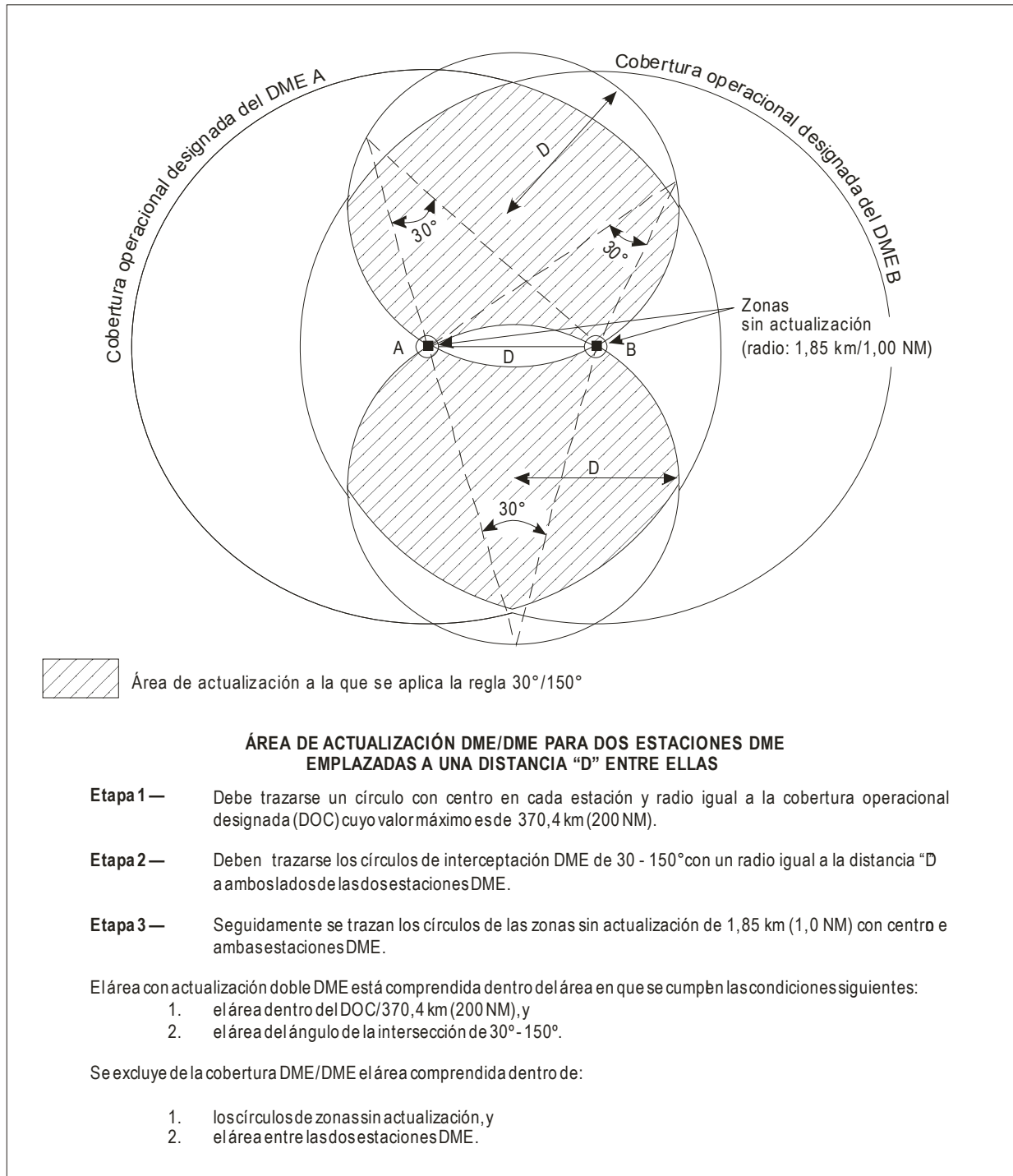
<i>En ruta/STAR/SID (&gt;56 km del ARP)</i>		
<i>XTT</i>	<i>ATT</i>	<i>½ A/W</i>
Para todas las altitudes		
6,11	3,98	12,86

**Tabla III-1-3-8. XTT, ATT y semianchura del área para RNAV (RNAV 5) con DME en la fase de vuelo en ruta (NM)**

**Tabla basada en la disponibilidad de dos estaciones de actualización DME**

<i>En ruta/STAR/SID (&gt;30 NM del ARP)</i>		
<i>XTT</i>	<i>ATT</i>	<i>½ A/W</i>
Para todas las altitudes		
3,30	2,15	6,95

*Nota.— Se supone que en todas las tablas anteriores la altitud aplicada al cálculo es la mínima (redondeada al valor superior inmediato) del tramo anterior del procedimiento en el caso de una fase de vuelo de llegada/aproximación. En el caso de una altitud de viraje para el procedimiento de salida/aproximación frustrada, se supone una pendiente de ascenso del 3,3% o igual a la pendiente de ascenso especificada más baja si es mayor que el 3,3%. En casos concretos, por ejemplo, para aeropuertos a gran altitud, en vez de la altitud se aplica la altura supuesta de la aeronave. En tal caso, la altura debe estar relacionada con la estación DME más baja de entre las emplazadas dentro del alcance máximo de recepción del DME.*



**Figura III-1-3-1. Área máxima de actualización de dos estaciones DME: A y B**





## Apéndice del Capítulo 3

### DERIVACIÓN Y CÁLCULO DE ATT, XTT Y SEMIANCHURA DEL ÁREA

#### 1. EJEMPLOS DE CÁLCULO DE XTT, ATT Y SEMIANCHURA DEL ÁREA CON DME/DME CUANDO SE UTILIZAN ESTACIONES DME PUESTAS EN SERVICIO ANTES DEL 1 DE ENERO DE 1989

##### 1.1 Ejemplos de cálculo en el caso de disponer de dos estaciones DME

Semianchura del área en ruta:

[Es aplicable una distancia DME máxima de 370,4 km (200 NM)]

<i>Unidades del SI</i>	<i>Unidades ajenas al SI</i>
$DTT = (0,0125 \times 370,4) + 0,463 = 5,09 \text{ km}$	$DTT = (0,0125 \times 200,0) + 0,250 = 2,75 \text{ NM}$
$ST = 0,46 \text{ km}$	$ST = 0,25 \text{ NM}$
$FTT = 3,70 \text{ km}$	$FTT = 2,00 \text{ NM}$
$BV = 3,70 \text{ km}$	$BV = 2,00 \text{ NM}$
$ATT = [(1,29d)^2 + 0,46^2]^{\frac{1}{2}} = 6,58 \text{ km}$	$ATT = [(1,29d)^2 + 0,25^2]^{\frac{1}{2}} = 3,56 \text{ NM}$
$XTT = [(1,29d)^2 + 3,72 + 0,46^2]^{\frac{1}{2}} = 7,55 \text{ km}$	$XTT = [(1,29d)^2 + 2,02 + 0,25^2]^{\frac{1}{2}} = 4,08 \text{ NM}$
$\frac{1}{2}A/W = 1,5 \times XTT + BV = 15,03 \text{ km}$	$\frac{1}{2}A/W = 1,5 \times XTT + BV = 8,12 \text{ NM}$

Semianchura del área en aproximación inicial 1 500 m (5 000 ft):

<i>Unidades del SI</i>	<i>Unidades ajenas al SI</i>
$DTT = 0,0125 \times 4,11 (1\ 500)^{\frac{1}{2}} + 0,463 = 2,45 \text{ km}$	$DTT = 0,0125 \times 1,23 (5\ 000)^{\frac{1}{2}} + 0,25 = 1,34 \text{ NM}$
$ST = 0,46 \text{ km}$	$ST = 0,25 \text{ NM}$
$FTT = 1,90 \text{ km}$	$FTT = 1,00 \text{ NM}$
$BV = 1,90 \text{ km}$	$BV = 1,00 \text{ NM}$
$ATT = 3,19 \text{ km}$	$ATT = 1,75 \text{ NM}$
$XTT = 3,69 \text{ km}$	$XTT = 2,01 \text{ NM}$
$\frac{1}{2}A/W = 7,39 \text{ km}$	$\frac{1}{2}A/W = 4,02 \text{ NM}$

Semianchura del área en el MAPt, 150 m (500 ft):

<i>Unidades del SI</i>	<i>Unidades ajenas al SI</i>
$DTT = 0,0125 \times 4,11 (150)^{1/2} + 0,463 = 1,09 \text{ km}$	$DTT = 0,0125 \times 1,23 (500)^{1/2} + 0,25 = 0,59 \text{ NM}$
$ST = 0,46 \text{ km}$	$ST = 0,25 \text{ NM}$
$FTT = 0,93 \text{ km}$	$FTT = 0,05 \text{ NM}$
$BV = 0,93 \text{ km}$	$BV = 0,05 \text{ NM}$
$ATT = 1,48 \text{ km}$	$ATT = 0,81 \text{ NM}$
$XTT = 1,75 \text{ km}$	$XTT = 0,94 \text{ NM}$
$1/2 A/W = 3,55 \text{ km}$	$1/2 A/W = 1,91 \text{ NM}$

### 1.2 Ejemplos de cálculo en el caso de disponer de más de dos estaciones DME

Semianchura del área en ruta:

[Es aplicable una distancia DME máxima de 370,4 km (200,0 NM)]

<i>Unidades del SI</i>	<i>Unidades ajenas al SI</i>
$DTT = (0,0125 + 370,4) + 0,463 = 5,09 \text{ km}$	$DTT = (0,0125 + 200) + 0,25 = 2,75 \text{ NM}$
$ST = 0,46 \text{ km}$	$ST = 0,25 \text{ NM}$
$FTT = 3,70 \text{ km}$	$FTT = 2,0 \text{ NM}$
$BV = 3,70 \text{ km}$	$BV = 2,0 \text{ NM}$
$ATT = [(d)^2 + 0,46^2]^{1/2} = 5,11 \text{ km}$	$ATT = [(d)^2 + 0,25^2]^{1/2} = 2,76 \text{ NM}$
$XTT = [(d)^2 + 3,72 + 0,46^2]^{1/2} = 6,31 \text{ km}$	$XTT = [(d)^2 + 2,02 + 0,25^2]^{1/2} = 3,41 \text{ NM}$
$1/2 A/W = 1,5 \times XTT + BV = 13,17 \text{ km}$	$1/2 A/W = 1,5 \times XTT + BV = 7,12 \text{ NM}$

Semianchura del área en aproximación inicial 1 500 m (5 000 ft):

<i>Unidades del SI</i>	<i>Unidades ajenas al SI</i>
$DTT = 0,0125 \times 4,11 (1\ 500)^{1/2} + 0,463 = 2,45 \text{ km}$	$DTT = 0,0125 \times 1,23 (5\ 000)^{1/2} + 0,25 = 1,34 \text{ NM}$
$ST = 0,46 \text{ km}$	$ST = 0,25 \text{ NM}$
$FTT = 1,90 \text{ km}$	$FTT = 1,00 \text{ NM}$
$BV = 1,90 \text{ km}$	$BV = 1,00 \text{ NM}$
$ATT = 2,49 \text{ km}$	$ATT = 1,36 \text{ NM}$
$XTT = 3,11 \text{ km}$	$XTT = 1,69 \text{ NM}$
$1/2 A/W = 6,52 \text{ km}$	$1/2 A/W = 3,54 \text{ NM}$

Semianchura del área en el MAPt, 150 m (500 ft):

<i>Unidades del SI</i>	<i>Unidades ajenas al SI</i>
$DTT = 0,0125 \times 4,11 (1\ 500)^{1/2} + 0,463 = 1,09\text{ km}$	$DTT = 0,0125 \times 1,23 (500)^{1/2} + 0,25 = 0,59\text{ NM}$
$ST = 0,46\text{ km}$	$ST = 0,25\text{ NM}$
$FTT = 0,93\text{ km}$	$FTT = 0,50\text{ NM}$
$BV = 0,93\text{ km}$	$BV = 0,50\text{ NM}$
$ATT = 1,18\text{ km}$	$ATT = 0,64\text{ NM}$
$XTT = 1,50\text{ km}$	$XTT = 0,81\text{ NM}$
$1/2A/W = 3,18\text{ km}$	$1/2A/W = 1,72\text{ NM}$

## 2. CÁLCULO DE XTT Y ATT Y SEMIANCHURA DEL ÁREA CON DME/DME CUANDO SE UTILIZAN ESTACIONES DME PUESTAS EN SERVICIO DESPUÉS DEL 1 DE ENERO DE 1989

### 2.1 Fórmulas

2.1.1 Las estaciones DME puestas en servicio después del 1 de enero de 1989 deben ajustarse a requisitos más rigurosos que los de las estaciones DME puestas en servicio antes del 1 de enero de 1989. En el Anexo 10, Volumen I, 3.5.3.1.3.3 se especifica que el error total del sistema debe ser de 0,2 NM, (RSS 0,1 NM de la estación de tierra y 0,17 NM del interrogador de a bordo) sin componente relacionado con la distancia.

2.1.2 Cuando una ruta se base en estaciones DME puestas en servicio después del 1 de enero de 1989 y continúe siendo operacionalmente beneficiosa, los siguientes valores pueden aplicarse para XTT, ATT y la semianchura del área.

2.1.3 Cuando la cobertura de las estaciones DME se base en dos estaciones, al valor de la tolerancia DME como parte de los cálculos se le aplica un factor de 1,29 para cubrir el ángulo de intersección menor que el óptimo de 90°, como se calculó previamente.

Fórmulas:

$$XTT = \pm (DTT^2 + FTT^2 + ST^2)^{1/2}$$

$$ATT = \pm (DTT^2 + ST^2)^{1/2}$$

$$1/2A/W = XTT \times 1,5 + BV$$

ATT, XTT y 1/2A/W:

Fase de vuelo en ruta:

ATT = 0,32 NM (0,59 km) (0,36 NM (0,67 km) en caso de dos estaciones DME solamente)

XTT = 2,03 NM (3,76 km)

Semianchura del área = 5,05 NM (9,35 km)

Llegada, aproximación inicial e intermedia:

ATT = 0,32 NM (0,59 km) (0,36 NM (0,67 km) en caso de dos estaciones DME solamente)

XTT = 1,05 NM (1,94 km)

Semianchura del área = 2,58 NM (4,77 km) (2,6 NM (4,8 km) en caso de dos estaciones DME solamente)

Salida, aproximación final y aproximación frustrada:

ATT = 0,32 NM (0,59 km) [0,36 NM (0,67 km) en caso de dos estaciones DME solamente]

XTT = 0,59 NM (1,09 km)

Semianchura del área = 1,39 NM (2,57 km).

*Nota.— Debe efectuarse una comprobación utilizando la fórmula del alcance óptico que se proporciona en la nota al Capítulo 3, 3.3, para comprobar que no pueden utilizarse estaciones DME o TACAN para actualizaciones en que no se cumplan los requisitos del Anexo 10. Si se confirma que alguna de las estaciones está dentro de la distancia de actualización, se aplicarán los valores de las Tablas III-1-3-1 a III-1-3-4 hasta un punto en la ruta en que probablemente no se utilice dicha estación con fines de actualización. Si una estación TACAN que no cumpla con los criterios del Anexo 10 está dentro de la posible distancia de actualización, deben adoptarse medidas para su supresión de las AIP civiles. De este modo se evitará conservar esta estación en la base de datos de navegación que se utiliza para actualizar la posición.*

## 2.2 DERIVACIÓN DE ATT, XTT Y SEMIANCHURA DEL ÁREA CUANDO SE UTILIZAN ESTACIONES DME PUESTAS EN SERVICIO DESPUÉS DEL 1 DE ENERO DE 1989

(Solamente dos estaciones DME disponibles)

(En preparación)

## 2.3 DERIVACIÓN DE ATT, XTT Y SEMIANCHURA DEL ÁREA CUANDO SE UTILIZAN ESTACIONES DME PUESTAS EN SERVICIO DESPUÉS DEL 1 DE ENERO DE 1989

(Más de dos estaciones DME disponibles)

Fase de vuelo en ruta:

Unidades del SI	Unidades ajenas al SI
DTT = 0,93 km	DTT = 0,50 NM
ST = 0,46 km	ST = 0,25 NM
FTT = 3,70 km	FTT = 2,0 NM
BV = 3,70 km	BV = 2,0 NM
ATT = $(0,93^2 + 0,46^2)^{1/2} = 1,04$ km	ATT = $(0,50^2 + 0,25^2)^{1/2} = 0,56$ NM
XTT = $(0,93^2 + 0,46^2 + 3,7^2)^{1/2} = 3,84$ km	XTT = $(0,50^2 + 0,25^2 + 2^2)^{1/2} = 2,08$ NM
$\frac{1}{2}A/W = 1,5 \text{ H XTT} + BV = 9,46$ km	$\frac{1}{2}A/W = 1,5 \times \text{XTT} + BV = 5,11$ NM

Ruta de llegada, aproximación inicial y aproximación intermedia:

<i>Unidades del SI</i>	<i>Unidades ajenas al SI</i>
DTT = 0,93 km	DTT = 0,50 NM
ST = 0,46 km	ST = 0,25 NM
FTT = 1,9 km	FTT = 1,0 NM
BV = 1,9 km	BV = 1,0 NM
ATT = $(0,93^2 + 0,46^2)^{1/2} = 1,04$ km	ATT = $(0,50^2 + 0,25^2)^{1/2} = 0,56$ NM
XTT = $(0,93^2 + 0,46^2 + 1,9^2)^{1/2} = 2,16$ km	XTT = $(0,50^2 + 0,25^2 + 1,0^2)^{1/2} = 1,15$ NM
$\frac{1}{2}A/W = 1,5 H XTT + BV = 5,15$ km	$\frac{1}{2}A/W = 1,5 \times XTT + BV = 2,72$ NM

Aproximación final, aproximación frustrada y salida:

<i>Unidades del SI</i>	<i>Unidades ajenas al SI</i>
DTT = 0,93 km	DTT = 0,50 NM
ST = 0,46 km	ST = 0,25 NM
FTT = 0,93 km	FTT = 0,5 NM
BV = 0,93 km	BV = 0,5 NM
ATT = $(0,93^2 + 0,46^2)^{1/2} = 1,04$ km	ATT = $(0,5^2 + 0,25^2)^{1/2} = 0,56$ NM
XTT = $(0,93^2 + 0,46^2 + 0,93^2)^{1/2} = 1,39$ km	XTT = $(0,5^2 + 0,25^2 + 0,5^2)^{1/2} = 0,75$ NM
$\frac{1}{2}A/W = 1,5 H XTT + BV = 3,02$ km	$\frac{1}{2}A/W = 1,5 H XTT + BV = 1,63$ NM



## **Capítulo 4**

### **PROCEDIMIENTOS RNAV CON VOR/DME**

#### **4.1 GENERALIDADES**

En este capítulo se proporcionan criterios de diseño para procedimientos RNAV con VOR/DME en aplicaciones para la navegación RNAV 5, los cuales se emplean para operaciones en la fase de vuelo en ruta continental exclusivamente. Los criterios no son apropiados para aproximaciones con VOR/DME.

##### **4.1.1 Instalaciones de referencia**

Aunque no es posible saber qué instalación VOR/DME utilizará el sistema de a bordo para actualizar una posición, debería efectuarse una verificación para asegurarse de que se dispone de la cobertura apropiada de por lo menos una instalación de referencia dentro de un alcance de 60 NM, o 75 NM para un VOR Doppler. El diseñador debería seleccionar la instalación VOR/DME que ofrezca una geometría óptima para la solución de guía de derrota en cada punto de recorrido a fin de calcular XTT, ATT y  $\frac{1}{2}$  A/W en esos puntos de recorrido.

#### **4.2 REQUISITOS DE LOS EQUIPOS DE A BORDO Y DE TIERRA PARA PROCEDIMIENTOS VOR/DME**

Las premisas normales para el equipo de a bordo y de tierra en las que se basan los procedimientos VOR/DME son las siguientes:

- a) las coordenadas de la estación VOR/DME se publican en el WGS-84 y las elevaciones se expresan respecto al AMSL (cuando un DME no está situado exactamente junto al VOR, el emplazamiento y la elevación del DME deberían publicarse por separado en la AIP);
- b) el equipo de a bordo se ajusta a los criterios establecidos en el *Manual sobre la navegación basada en la performance (PBN)* (Doc 9613) de la OACI, Volumen II, Parte B, Capítulo 2, “Aplicación de la RNAV 5”; y
- c) el equipo de tierra se ajusta a los criterios establecidos en el Anexo 10 de la OACI.

#### **4.3 PRECISIÓN DE UTILIZACIÓN DEL SISTEMA RNAV VOR/DME**

##### **4.3.1 Precisión**

La actuación operacional del equipo de navegación de área será tal que las tolerancias que determinan la precisión de utilización del sistema queden comprendidas entre los valores especificados en 4.3.2 a 4.4. Estos valores se basan en límites de confianza 2 sigma (95%).

### 4.3.2 Factores de precisión de navegación

Los factores de los que depende la precisión de un procedimiento RNAV VOR/DME son:

- a) tolerancia de la estación de tierra;
- b) tolerancia del sistema receptor de a bordo;
- c) tolerancia técnica de vuelo;
- d) tolerancia de cálculo del sistema; y
- e) distancia desde la instalación de referencia.

### 4.3.3 Precisiones de utilización del sistema

4.3.3.1 La precisión de utilización del sistema para el VOR es igual que la del sistema VOR de la instalación que no proporciona guía de derrota, que es igual a  $\pm 4,5^\circ$ .

4.3.3.2 La precisión de utilización del sistema para el DME es igual a la precisión de utilización del sistema (DTT) del sistema DME de la instalación que no proporciona guía de derrota, que es igual a  $2\sigma = 2\sqrt{(\sigma_{1,air}^2 + \sigma_{1,sys}^2)}$  (véase el Anexo 10, Volumen I, 3.5.3.1.3.2)

donde:  $\sigma_{sys} = 0,05$  NM,

$\sigma_{air} = \text{MAX}\{0,085 \text{ NM, distancia del } 0,125\% \text{ (como se define en los documentos RTCA DO-189 y TSO-C66 c)}\}$ .

*Nota.— Para mayor información sobre las precisiones de utilización del sistema, véase la Parte I, Sección 2, Capítulo 2, “Puntos de referencia de área terminal”.*

## 4.4 TOLERANCIA TÉCNICA DE VUELO

Se aplican los valores FTE normales de los PANS-OPS que se detallan en la Tabla III-1-1-1.

## 4.5 TOLERANCIA DE CÁLCULO DEL SISTEMA

Se supone un valor de 463 m (0,25 NM) para la tolerancia de cálculo del sistema (ST).

## 4.6 XTT, ATT Y SEMIANCHURA DEL ÁREA

### 4.6.1 XTT y ATT

La combinación de las tolerancias especificadas en 4.3.2 a 4.5, tomando como base el método de la raíz cuadrada de la suma de los cuadrados de las tolerancias perpendicular (XTT) y paralela (ATT) a la derrota de cualquier punto de referencia, de la siguiente manera (véanse las Figuras III-1-4-1 y III-1-4-2):



$$XTT = \sqrt{VT^2 + DT^2 + FTT^2 + ST^2}$$

$$ATT = \sqrt{AVT^2 + ADT^2 + ST^2}$$

donde: D es la distancia de la instalación de referencia al punto de recorrido;  $D = [D12 + D22]^{1/2}$ .

D1 es la distancia al punto de tangencia. El punto de tangencia es la proyección perpendicular de la instalación de referencia sobre la derrota nominal. La distancia al punto de tangencia (D1) es la distancia de la instalación de referencia al punto de tangencia.

D2 es la distancia al punto de tangencia. Ésta es la distancia del punto de recorrido al punto de tangencia (véase la Figura III-1-4-1).

$\alpha$  = precisión de utilización del sistema VOR (grados)

DTT = precisión de utilización del sistema DME

$\theta$  = arco tan (D2/D1) (grados) (si D1 = 0,  $\theta = 90^\circ$ )

VT =  $D1 - D \cos (\theta + \alpha)$

DT =  $DTT \cos \theta$

AVT =  $D2 - D \sin (\theta - \alpha)$

ADT =  $DTT \sin \theta$

*Nota.*— ATT no contiene componente FTT.

#### 4.6.2 Semianchura del área

La semianchura del área ( $1/2$  A/W) en un punto de recorrido se determina por

$$1,5 \times XTT + BV$$

donde: 1,5 XTT corresponde a 3 sigma y

BV = valor intermedio (véanse los valores de la Tabla III-1-1-2).

Los resultados de los cálculos de las tolerancias XTT, ATT y de la semianchura del área se proporcionan en las Tablas III-1-4-1 y III-1-4-2.

#### 4.6.3 Dependencia de ATT y XTT respecto a la derrota

ATT y XTT dependen de la derrota. Por lo tanto, cuando se especifica un viraje en un punto de referencia, ATT y XTT son diferentes antes y después del viraje debido a la geometría particular del punto de referencia.

**Tabla III-1-4-1. XTT, ATT y semianchura del área para procedimientos RNAV con VOR/DME en la fase de vuelo en ruta (RNAV 5) (km)**

<i>D1</i>	<i>D2</i>	<i>0</i>	<i>10</i>	<i>20</i>	<i>30</i>	<i>40</i>	<i>50</i>	<i>60</i>	<i>70</i>	<i>80</i>
<i>0</i>	XTT	4,7	4,8	5,3	6,1	7,0	8,0	9,0	10,2	11,3
	ATT	0,5	1,4	2,6	3,9	5,2	6,5	7,8	9,1	10,3
	½ A/W	10,7	9,1	8,9	9,1	10,4	11,9	17,3	17,1	17,6
<i>10</i>	XTT	4,7	4,9	5,5	6,4	7,5	8,7	9,9	11,2	12,6
	ATT	0,5	1,6	3,0	4,4	5,9	7,3	8,8	10,2	11,7
	½ A/W	10,7	11,0	12,0	13,3	14,9	16,7	18,6	20,6	22,6
<i>20</i>	XTT	4,7	4,9	5,5	6,5	7,5	8,7	10,0	11,3	12,6
	ATT	0,5	1,6	3,1	4,5	5,9	7,4	8,8	10,3	11,7
	½ A/W	10,7	11,1	12,0	13,4	15,0	16,8	18,7	20,6	22,6
<i>30</i>	XTT	4,7	4,9	5,6	6,5	7,6	8,8	10,0	11,3	12,7
	ATT	0,5	1,7	3,1	4,6	6,0	7,5	8,9	10,4	11,8
	½ A/W	10,7	11,1	12,1	13,4	15,1	16,9	18,8	20,7	22,7
<i>40</i>	XTT	4,7	5,0	5,6	6,5	7,6	8,8	10,1	11,4	12,7
	ATT	0,5	1,8	3,2	4,6	6,1	7,5	9,0	10,4	11,9
	½ A/W	10,7	11,1	12,1	13,5	15,1	16,9	18,8	20,8	22,8
<i>50</i>	XTT	4,7	5,0	5,6	6,6	7,7	8,9	10,1	11,4	12,8
	ATT	0,6	1,8	3,2	4,7	6,1	7,6	9,0	10,5	11,9
	½ A/W	10,7	11,2	12,2	13,6	15,2	17,0	18,9	20,9	22,9
<i>60</i>	XTT	4,7	5,0	5,7	6,6	7,7	8,9	10,2	11,5	12,8
	ATT	0,6	1,9	3,3	4,7	6,2	7,6	9,1	10,5	12,0
	½ A/W	10,7	11,2	12,2	13,6	15,3	17,1	19,0	21,0	23,0
<i>70</i>	XTT	4,7	5,0	5,7	6,7	7,8	9,0	10,2	11,6	12,9
	ATT	0,6	1,9	3,3	4,8	6,2	7,7	9,1	10,6	12,0
	½ A/W	10,7	11,2	12,3	13,7	15,3	17,2	19,1	21,0	23,0
<i>80</i>	XTT	4,7	5,0	5,7	6,7	7,8	9,0	10,3	11,6	12,9
	ATT	0,7	2,0	3,4	4,8	6,3	7,7	9,2	10,6	12,1
	½ A/W	10,7	11,3	12,3	13,8	15,4	17,2	19,1	21,1	23,1

**Tabla III-1-4-2. XTT, ATT y semianchura del área para procedimientos RNAV con VOR/DME en la fase de vuelo en ruta (RNAV 5) (NM)**

<i>D1</i>	<i>D2</i>	<i>0</i>	<i>10</i>	<i>20</i>	<i>30</i>	<i>40</i>	<i>50</i>	<i>60</i>	<i>70</i>	<i>80</i>
<i>0</i>	XTT	2,5	2,6	2,9	3,3	3,8	4,3	4,9	5,5	6,1
	ATT	0,3	0,7	1,4	2,1	2,8	3,5	4,2	4,9	5,6
	½ A/W	5,8	4,9	4,8	4,9	5,6	6,4	9,3	9,2	9,5
<i>10</i>	XTT	2,5	2,6	3,0	3,5	4,0	4,7	5,4	6,1	6,8
	ATT	0,3	0,9	1,6	2,4	3,2	4,0	4,7	5,5	6,3
	½ A/W	5,8	6,0	6,5	7,2	8,1	9,0	10,0	11,1	12,2
<i>20</i>	XTT	2,5	2,7	3,0	3,5	4,1	4,7	5,4	6,1	6,8
	ATT	0,3	0,9	1,7	2,4	3,2	4,0	4,8	5,6	6,3
	½ A/W	5,8	6,0	6,5	7,2	8,1	9,1	10,1	11,1	12,2
<i>30</i>	XTT	2,5	2,7	3,0	3,5	4,1	4,7	5,4	6,1	6,8
	ATT	0,3	0,9	1,7	2,5	3,2	4,0	4,8	5,6	6,4
	½ A/W	5,8	6,0	6,5	7,3	8,1	9,1	10,1	11,2	12,3
<i>40</i>	XTT	2,5	2,7	3,0	3,5	4,1	4,8	5,4	6,2	6,9
	ATT	0,3	0,9	1,7	2,5	3,3	4,1	4,8	5,6	6,4
	½ A/W	5,8	6,0	6,5	7,3	8,2	9,1	10,2	11,2	12,3
<i>50</i>	XTT	2,5	2,7	3,0	3,6	4,1	4,8	5,5	6,2	6,9
	ATT	0,3	1,0	1,7	2,5	3,3	4,1	4,9	5,7	6,4
	½ A/W	5,8	6,0	6,6	7,3	8,2	9,2	10,2	11,3	12,4
<i>60</i>	XTT	2,5	2,7	3,1	3,6	4,2	4,8	5,5	6,2	6,9
	ATT	0,3	1,0	1,8	2,6	3,3	4,1	4,9	5,7	6,5
	½ A/W	5,8	6,0	6,6	7,4	8,3	9,2	10,3	11,3	12,4
<i>70</i>	XTT	2,5	2,7	3,1	3,6	4,2	4,8	5,5	6,2	7,0
	ATT	0,3	1,0	1,8	2,6	3,4	4,1	4,9	5,7	6,5
	½ A/W	5,8	6,1	6,6	7,4	8,3	9,3	10,3	11,4	12,4
<i>80</i>	XTT	2,5	2,7	3,1	3,6	4,2	4,9	5,6	6,3	7,0
	ATT	0,4	1,1	1,8	2,6	3,4	4,2	5,0	5,7	6,5
	½ A/W	5,8	6,1	6,7	7,4	8,3	9,3	10,3	11,4	12,5

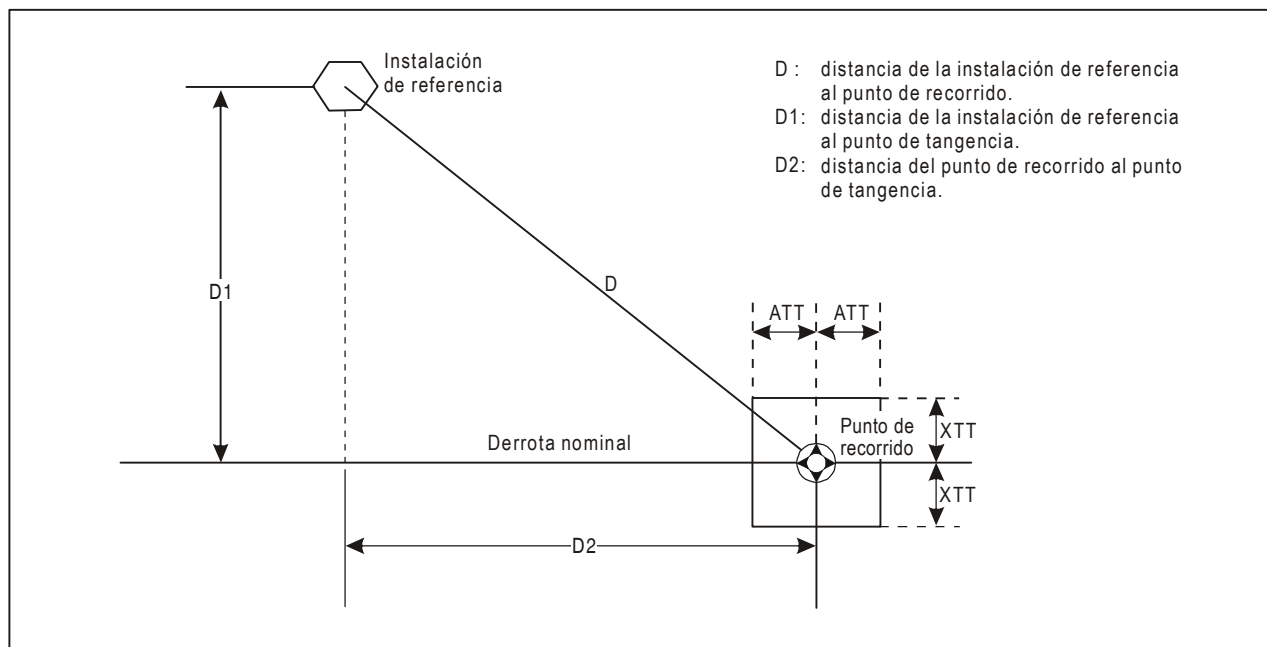


Figura III-1-4-1. Identificación de los puntos de recorrido

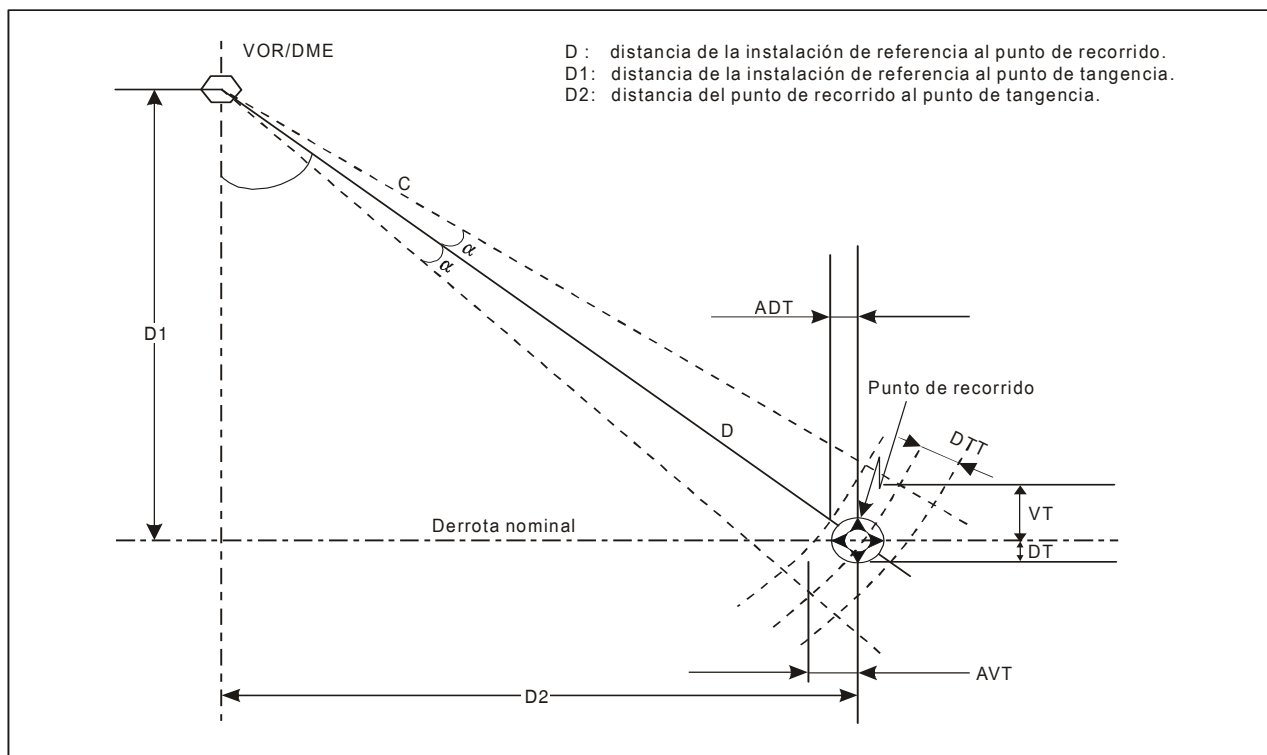


Figura III-1-4-2. Cálculo de las tolerancias del punto de recorrido

## **Capítulo 5**

### **CRITERIOS GENERALES PARA RECEPTORES GNSS CON SBAS**

#### **5.1 FUNCIONALIDAD DEL EQUIPO PARA SBAS**

##### **5.1.1 Generalidades**

La expresión GNSS con SBAS describe la aviónica que satisface como mínimo los requisitos para un receptor SBAS del Anexo 10, Volumen I, y las especificaciones de RTCA DO-229C, con las enmiendas de FAA TSO-C145A y TSO-C146A (o equivalentes).

##### **5.1.2 Procedimientos de salida**

Los criterios de salida SBAS se basan en los procedimientos y en las funcionalidades de los equipos que se describen a continuación:

- a) los criterios de salida suponen receptores GNSS con SBAS que tienen funciones de salida;
- b) la guía de salida se selecciona antes de despegar. Una vez que se activa el procedimiento de salida, el equipo proporciona precisión e integridad de una aproximación que no es de precisión y asegura que la sensibilidad de la presentación es igual a 0,6 km (0,3 NM) hasta el punto de iniciación del viraje del primer punto de recorrido del procedimiento de salida; y
- c) después del punto de iniciación del viraje del primer punto de recorrido del procedimiento de salida, el sistema está en modo terminal con una sensibilidad de presentación igual a 1,9 km (1,0 NM).

##### **Procedimientos de llegada y aproximación**

Durante la fase de llegada del vuelo, el sistema de a bordo funciona en modo terminal. Los receptores SBAS pasan automáticamente de modo en ruta a modo terminal cuando funcionan en secuencia hasta el primer punto de recorrido de la ruta de llegada.

#### **5.2 TOLERANCIAS DEL SISTEMA**

##### **5.2.1 Tolerancia del sistema de navegación**

5.2.1.1 Los valores de los elementos espaciales (incluido el elemento de control) y las tolerancias del sistema de a bordo (incluida la tolerancia de computación del sistema) se tienen en cuenta dentro de los límites de alarma de vigilancia de la integridad para los sistemas GNSS con SBAS.

5.2.1.2 El límite de alerta horizontal (HAL) para los modos en ruta, terminal, aproximación que no es de precisión (NPA) y aproximación de precisión (PA) de los receptores SBAS está determinado en el Anexo 10. El límite de alerta vertical (VAL) para cada nivel de servicio del modo PA (APV I, APV II y CAT I) está determinado en el Anexo 10.

### 5.2.2 Tolerancia técnica de vuelo (FTT)

5.2.2.1 La FTT variará con el tipo de indicador de posición utilizado en los instrumentos del puesto de pilotaje.

5.2.2.2 *Modo terminal y de aproximación que no es de precisión (NPA)*. Para la fase de vuelo con apoyo del modo terminal y NPA, la contribución de la FTT a la tolerancia perpendicular a la derrota está determinada por los valores de la RNP 1 básica y del FTE de la RNP APCH que figuran en la Tabla III-1-1-1.

5.2.2.3 *Modo de aproximación de precisión (PA)*. El receptor SBAS funciona en el modo PA durante la fase de vuelo de aproximación final APV I y APV II y proporciona presentación angular lateral y vertical. La FTT se considera equivalente a la aproximación ILS dado que las presentaciones angulares para el piloto son comparables.

### 5.2.3 XTT, ATT y semianchura del área

5.2.3.1 *Modo terminal y NPA*. Para la fase de vuelo con apoyo del modo terminal y NPA, XTT, ATT y la semianchura del área se determinan de acuerdo con los valores apropiados de la RNP 1 básica y la RNP APCH del Capítulo 2, “Procedimientos RNAV con GNSS básico”.

5.2.3.2 *Modo PA*. Las superficies OAS de APV con SBAS se derivan de las superficies OAS de ILS Cat I en base a una diferencia entre las tolerancias verticales de APV y de la aproximación final ILS Cat I, igual a la diferencia entre los valores VAL de APV y de ILS Cat. I.

*Nota.*— Se supone un VAL nominal de 12 m para ILS Cat I a fin de obtener la OAS de APV con SBAS.

## 5.3 ÁREA DE FRANQUEAMIENTO DE OBSTÁCULOS

5.3.1 *Modo terminal y NPA*. Para la fase de vuelo con apoyo de modo terminal y NPA, las áreas de franqueamiento de obstáculos se determinan de acuerdo con el método del Capítulo 1, 1.4, “Área de franqueamiento de obstáculos”.

5.3.2 *Modo PA*. Para la fase de vuelo con apoyo de modo PA, las áreas de franqueamiento de obstáculos se determinan como se describe en la Sección 3, Capítulo 5, “Procedimientos APV I/II — SBAS”.

**Capítulo 6**  
**PROCEDIMIENTOS RNAV CON GBAS**

(En preparación)





## Capítulo 7

### RNP

#### 7.1 APLICACIÓN

Estos criterios se desarrollaron antes de introducir el concepto de PBN. Se conservan en los PANS-OPS para apoyar las aplicaciones RNP basándose en autorizaciones nacionales. Cualquier nueva aplicación que emplee estos criterios no se introducirá hasta haberse llevado a cabo, con resultados positivos, las evaluaciones apropiadas de la seguridad operacional. En esta evaluación se considerarán el equipo y la performance de la aeronave, los procedimientos y la instrucción de la tripulación, la integridad de los datos y los procedimientos de contingencia.

*Nota.— Se recomienda dar primacía a la aplicación de criterios RNP AR APCH respecto de estos criterios, ya que se espera que éstos serán reemplazados por criterios específicos a la PBN una vez publicadas las especificaciones de navegación apropiadas.*

#### 7.2 ÁREAS DE TOLERANCIA DEL PUNTO DE REFERENCIA

Se supone que la distribución del error del 95% de RNP está contenida en un círculo de radio igual al valor RNP. Las áreas de tolerancia del punto de referencia se definen mediante círculos de radio igual al valor RNP.

#### 7.3 TOLERANCIA TÉCNICA DE VUELO

Se supone que el sistema proporciona información que el piloto supervisa y utiliza para intervenir y para limitar así las desviaciones del error técnico de vuelo (FTE) a valores que se encuentran dentro de los considerados durante el proceso de certificación del sistema.

#### 7.4 VALORES RNP

7.4.1 Los cuatro parámetros básicos utilizados para definir los requisitos totales de funcionamiento del sistema son precisión, integridad, continuidad y disponibilidad. Sin embargo, los valores incluidos en este capítulo después del término RNP sólo proporcionan el parámetro de precisión (expresado en millas marinas).

7.4.2 Los procedimientos de salida normalmente se basan en RNP 1. Cuando sea necesario y apropiado, podrán basarse en RNP 0,5 o RNP 0,3. Las salidas no están asociadas con ningún RNP inferior a RNP 0,3.

7.4.3 Los procedimientos de aproximación que no son de precisión normalmente se basan en:

- a) RNP 0,5 (solamente aproximación inicial); o
- b) RNP 0,3 (aproximación inicial, intermedia y final).

Los procedimientos de aproximación que no son de precisión no están asociados con ningún RNP inferior a RNP 0,3.

### 7.5 XTT, ATT Y SEMIANCHURA DEL ÁREA

Las tolerancias perpendicular a la derrota y paralela a la derrota (XTT y ATT) son iguales al valor RNP.

La semianchura del área RNP se determina mediante la fórmula:

$$2 \times \text{XTT} + \text{BV}$$

donde:

BV = valor intermedio (véase la Tabla III-1-7-1)

*Nota — Los valores intermedios se obtienen de una evaluación del peor caso de desviación máxima más allá de los límites de alarma ANP generados por el sistema RNP.*

Ejemplo de cálculo

El cálculo de salidas RNP 1 figura a continuación.

$$\text{XTT} = 1,85 \text{ km (1,00 NM)}$$

$$\text{BV} = 0,56 \text{ km (0,30 NM)}$$

semianchura del área =

$$2 \times 1,85 + 0,56 = 4,26 \text{ km}$$

$$2 \times 1,00 + 0,30 = 2,30 \text{ NM}$$

**Tabla III-1-7-1. Valores intermedios de RNP**

Tramo	Valor intermedio (BV)
Salida	566 m (0,30 NM)
Llegada <sup>1</sup> /aproximación inicial/aproximación intermedia	9263 m (0,50 NM)
Final	370 m (0,20 NM)
Aproximación frustrada	566 km (0,30 NM)
Espera <sup>2</sup>	

1. Llegada a menos de 56 km (30 NM) del ARP.

2. Las áreas de espera utilizan principios diferentes.

*Nota.— Los valores intermedios de la Tabla III-1-7-1 se obtienen de una evaluación del peor caso de desviación máxima más allá de los límites de alarma del ANP generados por el sistema RNP.*

**Sección 2**  
**CRITERIOS GENERALES**



# **Capítulo 1**

## **LONGITUD MÍNIMA DE UN TRAMO LIMITADO POR DOS PUNTOS DE RECORRIDO**

### **1.1 GENERALIDADES**

1.1.1 Para evitar que los puntos de recorrido estén situados tan cercanos entre sí que los sistemas RNAV los pasan de largo, se deberá tener en cuenta una distancia mínima de separación entre puntos de recorrido sucesivos. Se consideran dos tipos de puntos de recorrido:

- a) punto de recorrido de paso; y
- b) punto de recorrido de sobrevuelo.

1.1.2 Pueden darse cuatro situaciones para un tramo limitado por dos puntos de recorrido:

- a) dos puntos de recorrido de paso;
- b) un punto de recorrido de paso, seguido de un punto de recorrido de sobrevuelo;
- c) dos puntos de recorrido de sobrevuelo; y
- d) un punto de recorrido de sobrevuelo, seguido de un punto de recorrido de paso.

Además, también debe tenerse en cuenta el caso particular del tramo “DER — primer punto de recorrido”.

1.1.3 El método indicado a continuación se basa en estudios teóricos combinados con resultados de simulaciones. Entre diversos sistemas RNAV pueden darse algunas diferencias; los algoritmos utilizados por estos sistemas son complejos. Por estas razones, al establecer las fórmulas teóricas se hicieron algunas simplificaciones.

1.1.4 El objetivo del método no es determinar un área de protección sino determinar una distancia mínima entre dos puntos de recorrido en una trayectoria nominal. Por este motivo, en los cálculos teóricos no se tienen en cuenta el efecto del viento ni las tolerancias de los puntos de recorrido. De ser necesario, pueden seleccionarse valores superiores.

### **1.2 DETERMINACIÓN DE LA LONGITUD MÍNIMA DEL TRAMO RNAV**

#### **1.2.1 Generalidades**

Para cada punto de recorrido se determina una distancia mínima de estabilización. Se trata de la distancia entre el punto de recorrido y el punto en que la trayectoria se une tangencialmente a la derrota nominal (Figura III-2-1-1). Para puntos de recorrido sucesivos, la distancia mínima entre ellos es la suma de ambas distancias mínimas de estabilización. En las tablas de este capítulo figuran distancias mínimas de estabilización para diversos valores de velocidad verdadera y de cambio de rumbo (en el punto de recorrido).

### 1.2.2 Tablas de distancia mínima de estabilización

En las Tablas III-2-1-1 a III-2-1-20 figuran valores de distancia mínima de estabilización. Dichas tablas están organizadas de acuerdo con los tres parámetros siguientes:

- a) unidades (del SI o ajenas al SI);
- b) tipo de punto de recorrido (de paso o de sobrevuelo); y
- c) valor del ángulo de inclinación lateral (15°, 20°, 25°).

Utilícese la tabla siguiente para localizar la tabla que se debe aplicar.

#### Organización de las tablas de distancia mínima de estabilización

<i>Unidades</i>	<i>Tipo de punto de recorrido</i>	<i>Ángulo de inclinación lateral</i>	<i>Número de Tabla</i>
<b>Avión</b>			
(SI)	De paso	15°	III-2-1-1
		20°	III-2-1-2
		25°	III-2-1-3
	De sobrevuelo	15°	III-2-1-4
		20°	III-2-1-5
		25°	III-2-1-6
(Ajenas al SI)	De paso	15°	III-2-1-7
		20°	III-2-1-8
		25°	III-2-1-9
	De sobrevuelo	15°	III-2-1-10
		20°	III-2-1-11
		25°	III-2-1-12
<b>Helicóptero</b>			
(SI)	De paso	15°	III-2-1-13
		20°	III-2-1-14
	De sobrevuelo	15°	III-2-1-15
		20°	III-2-1-16
(Ajenas al SI)	De paso	15°	III-2-1-17
		20°	III-2-1-18
	De sobrevuelo	15°	III-2-1-19
		20°	III-2-1-20

### 1.2.3 Determinación de las velocidades indicada y verdadera

1.2.3.1 *Velocidades aerodinámicas para procedimientos de aproximación.* Utilícense las velocidades de la Tabla I-4-1-1 o I-4-1-2 de la Parte I, Sección 4, Capítulo 1. En caso de ser necesaria una limitación de velocidad, utilícese la velocidad limitada. Transfórmese la velocidad indicada en velocidad verdadera, teniendo en cuenta la altitud para la cual el procedimiento está protegido.

1.2.3.2 *Velocidades aerodinámicas para procedimientos de salida.* Utilícense las velocidades definidas en la Parte I, Sección 3, Capítulo 3. En caso de ser necesaria una limitación de velocidad, utilícese la Tabla I-3-3-Ap-1 de la

Parte I, Sección 3, Apéndice del Capítulo 3 para verificar si esta limitación de velocidad es aceptable en las operaciones. Transfórmese la velocidad indicada en velocidad verdadera, teniendo en cuenta la altitud resultante de una pendiente de ascenso del 7 % con origen en el DER.

#### 1.2.4 Selección del ángulo de inclinación lateral

1.2.4.1 Para las fases de aproximación, el ángulo de inclinación lateral es de  $25^{\circ}$  (o  $3^{\circ}/s$ ), salvo en el caso de la fase de aproximación frustrada en que se supone un ángulo de inclinación lateral de  $15^{\circ}$ . Véanse los criterios de la Parte I, Sección 4.

1.2.4.2 Para las fases de salida, de acuerdo con la selección de criterios efectuada en 1.2.3.2, “Velocidades aerodinámicas para procedimientos de salida”, el ángulo de inclinación lateral será de:

- a)  $15^{\circ}$  si se aplican los criterios de la Parte II, Sección 3, Capítulo 3; y
- b)  $15^{\circ}$ ,  $20^{\circ}$ ,  $25^{\circ}$  de acuerdo con la distancia a lo largo de la derrota desde el DER, si se aplican los criterios de la Parte I, Sección 3, Apéndice del Capítulo 3.

#### 1.2.5 Ejemplos

1.2.5.1 *Dos puntos de recorrido de paso* (Figura III-2-1-2). Para el primer punto de recorrido (WP1), localícese en la tabla la distancia mínima de estabilización (A1) según el ángulo de inclinación lateral y la velocidad verdadera. Para el segundo punto de recorrido (WP2), localícese en la tabla la distancia mínima de estabilización (A2) según el ángulo de inclinación lateral y la velocidad verdadera. La distancia mínima entre WP1 y WP2 =  $A1 + A2$ .

1.2.5.2 *Punto recorrido de paso seguido de un punto de recorrido de sobrevuelo* (Figura III-2-1-3). Para el primer punto de recorrido (WP1), localícese la distancia mínima de estabilización (A1) según el ángulo de inclinación lateral y la velocidad verdadera. Puesto que el segundo punto de recorrido (WP2) es un punto de recorrido de sobrevuelo, la distancia mínima entre WP1 y WP2 es igual a  $A1 + 0 = A1$ .

1.2.5.3 *Dos puntos de recorrido de sobrevuelo* (Figura III-2-1-4). Para el primer punto de recorrido (WP1), localícese la distancia mínima de estabilización (B1) según el ángulo de inclinación lateral y la velocidad verdadera. Puesto que el segundo punto de recorrido es un punto de recorrido de sobrevuelo, la distancia mínima entre WP1 y WP2 es igual a  $B1 + 0 = B1$ .

1.2.5.4 *Punto de recorrido de sobrevuelo seguido de un punto de recorrido de paso* (Figura III-2-1-5). Para el primer punto de recorrido (WP1), localícese la distancia mínima de estabilización (B1) según el ángulo de inclinación lateral y la velocidad verdadera. Para el segundo punto de recorrido (WP2), localícese la distancia mínima de estabilización (A2) según el ángulo de inclinación lateral y la velocidad verdadera. La distancia mínima entre WP1 y WP2 es igual a  $B1 + A2$ .

### 1.3 CASO PARTICULAR DEL TRAMO: DER — PRIMER PUNTO DE RECORRIDO

La ubicación del primer punto de recorrido debe proporcionar una distancia mínima de 3,5 km (1,9 NM) entre el DER y el punto de viraje anterior (línea K de la Sección 3, Capítulo 1, Figura III-3-1-4). Podrá utilizarse una distancia más corta cuando la PDG sea superior al 3,3 % (véase la Parte I, Sección 3, Capítulo 4, 4.1) (Figura III-2-1-6).

## 1.4 DISTANCIA MÍNIMA DE ESTABILIZACIÓN

(Tablas III-2-1-1 a III-2-1-20)

### 1.4.1 Punto de recorrido de sobrevuelo

1.4.1.1 *Componentes del viraje de sobrevuelo.* Para el cálculo de la distancia mínima de estabilización, el viraje de sobrevuelo se descompone en las siguientes partes:

- a) una entrada en viraje en el punto de recorrido de sobrevuelo; seguida de
- b) un rumbo de interceptación de 30° en línea recta hasta el siguiente tramo;
- c) la salida del viraje en el nuevo rumbo; y
- d) una retardo de 10 segundos para tener en cuenta el tiempo de establecimiento de la inclinación lateral.

1.4.1.2 *Modelo de viraje de sobrevuelo.* Para establecer un modelo de procedimiento de viraje de sobrevuelo, se divide su longitud en cinco tramos, de L1 a L5 (véase la Figura III-2-1-7). La longitud total del procedimiento es la suma de los cinco tramos.

$$\begin{aligned} L1 &= r1 \times \sin \theta \\ L2 &= r1 \times \cos \theta \times \tan \alpha \\ L3 &= r1 \times (1/\sin \alpha - 2 \cos \theta / \sin (90^\circ - \alpha)) \\ L4 &= r2 \times \tan (\alpha/2) \\ L5 &= c \times V/3\ 600 \\ L5 &= 5V/3\ 600 \text{ (para Cat H)} \end{aligned}$$

donde:  $\alpha$  = rumbo de interceptación de 30° con el siguiente tramo;  
 $\theta$  = ángulo de viraje;  
 $c$  = tiempo de 10 segundos para el establecimiento de la inclinación lateral;  
 $r1$  = radio de la entrada en viraje; y  
 $r2$  = radio de la salida del viraje.

En las anteriores ecuaciones,

si las distancias y radios de viraje se expresan en NM, V se expresa en kt;  
 si las distancias y radios de viraje se expresan en km, V se expresa en km/h.

1.4.1.3 *Ángulo de inclinación lateral del viraje de sobrevuelo.* Para cambios de rumbo de 50° o más (30° para aeronaves de la Categoría H), la distancia mínima de estabilización se determina suponiendo un ángulo de inclinación lateral igual a 15°, 20° o 25° de acuerdo con las fases de vuelo para el primer viraje ( $r1$ ) e igual a 15° para el segundo viraje ( $r2$ ). Para cambios de rumbo de menos de 50° (30° para aeronaves de la Categoría H), la distancia mínima de estabilización es igual al valor calculado para un cambio de rumbo de 50° (30° para aeronaves de la Categoría H).

### 1.4.2 Punto de recorrido de paso

1.4.2.1 *Modelo de viraje de paso.* El modelo para calcular la distancia mínima de estabilización para el punto de recorrido de paso se diseña de manera similar al caso del punto de recorrido de sobrevuelo, como indica la Figura III-2-1-8. El modelo está compuesto por un viraje horizontal con radio constante  $r$ . La longitud total del tramo es la suma de L1 y L2, donde:

L1 es la distancia entre el punto de recorrido y el comienzo del viraje, y



L2 es un retardo de cinco segundos que se considera como tiempo necesario para establecer la inclinación lateral. El tiempo de demora es menor que en el caso del punto de recorrido de sobrevuelo porque es menor el número de cambios de rumbo.

$$L1 = r \times \tan (\theta/2)$$

$$L2 = c \times V/3\ 600$$

$$L2 = 3V/3\ 600 \text{ (para Cat H)}$$

donde: c = tiempo de 5 segundos para el establecimiento de la inclinación lateral;

r = radio de viraje; y

θ = ángulo de viraje.

En las anteriores ecuaciones,

si las distancias y radios de viraje se expresan en NM, V se expresa en kt; o

si las distancias y radios de viraje se expresan en km, V se expresa en km/h.

1.4.2.2 *Ángulo de inclinación lateral del viraje de paso.* Para cambios de rumbo de 50° o más (30° para aeronaves de la Categoría H) la distancia mínima de estabilización se determina suponiendo un ángulo de inclinación lateral igual a 15°, 20° o 25°, de acuerdo con la fase de vuelo. Para cambios de rumbo de menos de 50° (30° para aeronaves de la Categoría H), la distancia mínima de estabilización es igual al valor calculado para un cambio de rumbo de 50° (30° para aeronaves de la Categoría H).

### 1.5 DETERMINACIÓN DE LA LONGITUD MÍNIMA DE UN TRAMO RNAV LIMITADO POR, COMO MÍNIMO, UN PUNTO DE RECORRIDO QUE NO ES PUNTO DE RECORRIDO DE VIRAJE

Para permitir la aplicación de restricciones específicas, pueden añadirse algunos puntos de recorrido que no son puntos de recorrido de viraje. Del mismo modo que para los puntos de recorrido de viraje, estos puntos de recorrido se localizarán a una distancia no menor que la distancia mínima D respecto de un punto de recorrido, como se define en la Tabla III-2-1-21.

**Tabla III-2-1-1. Distancia mínima de estabilización entre puntos de recorrido de paso (unidades del SI, 15° de ángulo de inclinación lateral)**

Cambio de rumbo* (grados)	Velocidad verdadera (km/h)														
	< o = 240	260	280	300	320	340	360	380	400	440	480	520	560	600	640
50	1,1	1,3	1,5	1,6	1,8	2,1	2,3	2,5	2,7	3,3	3,8	4,4	5,1	5,8	6,5
55	1,2	1,4	1,6	1,8	2,0	2,2	2,5	2,7	3,0	3,6	4,2	4,9	5,6	6,3	7,2
60	1,3	1,5	1,7	1,9	2,2	2,4	2,7	3,0	3,3	3,9	4,6	5,3	6,1	6,9	7,8
65	1,4	1,6	1,9	2,1	2,4	2,6	2,9	3,2	3,5	4,2	5,0	5,8	6,6	7,6	8,6
70	1,5	1,8	2,0	2,3	2,5	2,8	3,2	3,5	3,8	4,6	5,4	6,3	7,2	8,2	9,3
75	1,6	1,9	2,2	2,4	2,8	3,1	3,4	3,8	4,2	5,0	5,9	6,8	7,8	8,9	10,1
80	1,8	2,0	2,3	2,6	3,0	3,3	3,7	4,1	4,5	5,4	6,3	7,4	8,5	9,7	11,0
85	1,9	2,2	2,5	2,8	3,2	3,6	4,0	4,4	4,9	5,8	6,9	8,0	9,2	10,5	11,9
90	2,0	2,3	2,7	3,1	3,5	3,9	4,3	4,8	5,3	6,3	7,4	8,7	10,0	11,4	12,9
95	2,2	2,5	2,9	3,3	3,7	4,2	4,7	5,2	5,7	6,8	8,1	9,4	10,8	12,4	14,0
100	2,3	2,7	3,1	3,6	4,0	4,5	5,0	5,6	6,2	7,4	8,7	10,2	11,8	13,4	15,2
105	2,5	2,9	3,4	3,9	4,4	4,9	5,5	6,1	6,7	8,0	9,5	11,1	12,8	14,6	16,6
110	2,7	3,2	3,7	4,2	4,7	5,3	5,9	6,6	7,3	8,7	10,3	12,1	13,9	15,9	18,1
115	3,0	3,5	4,0	4,6	5,2	5,8	6,5	7,2	7,9	9,5	11,3	13,2	15,2	17,4	19,8
120	3,3	3,8	4,4	5,0	5,7	6,4	7,1	7,9	8,7	10,5	12,4	14,5	16,7	19,1	21,7

\* Utilícese el valor de 50° para cambios de rumbo inferiores a 50°.

**Tabla III-2-1-2. Distancia mínima de estabilización entre puntos de recorrido de paso  
(unidades del SI, 20° de ángulo de inclinación lateral\*)**

Cambio de rumbo** (grados)	< o =	Velocidad verdadera (km/h)														
		240	260	280	300	320	340	360	380	400	440	480	520	560	600	640
50	0,9	1,0	1,2	1,3	1,5	1,6	1,8	2,0	2,2	2,6	3,0	3,4	3,9	4,5	5,0	
55	1,0	1,1	1,3	1,4	1,6	1,8	2,0	2,2	2,4	2,8	3,3	3,8	4,3	4,9	5,5	
60	1,1	1,2	1,4	1,5	1,7	1,9	2,1	2,3	2,6	3,0	3,5	4,1	4,7	5,3	6,0	
65	1,1	1,3	1,5	1,7	1,9	2,1	2,3	2,5	2,8	3,3	3,8	4,4	5,1	5,8	6,5	
70	1,2	1,4	1,6	1,8	2,0	2,2	2,5	2,7	3,0	3,5	4,2	4,8	5,5	6,3	7,1	
75	1,3	1,5	1,7	1,9	2,1	2,4	2,6	2,9	3,2	3,8	4,5	5,2	6,0	6,8	7,7	
80	1,4	1,6	1,8	2,0	2,3	2,6	2,9	3,1	3,5	4,1	4,8	5,6	6,5	7,4	8,3	
85	1,5	1,7	1,9	2,2	2,5	2,8	3,1	3,4	3,7	4,4	5,2	6,1	7,0	8,0	9,0	
90	1,6	1,8	2,1	2,4	2,7	3,0	3,3	3,6	4,0	4,8	5,6	6,6	7,6	8,6	9,7	
95	1,7	2,0	2,2	2,5	2,9	3,2	3,6	3,9	4,3	5,2	6,1	7,1	8,2	9,3	10,6	
100	1,9	2,1	2,4	2,7	3,1	3,5	3,8	4,2	4,7	5,6	6,6	7,7	8,9	10,1	11,4	
105	2,0	2,3	2,6	3,0	3,3	3,7	4,2	4,6	5,1	6,1	7,2	8,3	9,6	11,0	12,4	
110	2,2	2,4	2,8	3,2	3,6	4,0	4,5	5,0	5,5	6,6	7,8	9,1	10,5	11,9	13,5	
115	2,3	2,7	3,0	3,5	3,9	4,4	4,9	5,4	6,0	7,2	8,5	9,9	11,4	13,0	14,8	
120	2,5	2,9	3,3	3,8	4,3	4,8	5,4	5,9	6,5	7,9	9,3	10,8	12,5	14,3	16,2	

\* 25° o 3°/s

\*\* Utilícese el valor de 50° para cambios de rumbo inferiores a 50°.

**Tabla III-2-1-3. Distancia mínima de estabilización entre puntos de recorrido de paso  
(unidades del SI, 25° de ángulo de inclinación lateral\*)**

Cambio de rumbo** (grados)	< o =	Velocidad verdadera (km/h)													
		240	260	280	300	320	340	360	380	400	440	480	520	560	600
50	0,9	1,0	1,1	1,2	1,3	1,4	1,5	1,7	1,8	2,1	2,5	2,8	3,2	3,7	4,1
55	1,0	1,1	1,2	1,2	1,3	1,5	1,6	1,8	2,0	2,3	2,7	3,1	3,5	4,0	4,5
60	1,1	1,2	1,2	1,3	1,4	1,6	1,8	1,9	2,1	2,5	2,9	3,4	3,8	4,3	4,9
65	1,1	1,2	1,3	1,4	1,5	1,7	1,9	2,1	2,3	2,7	3,1	3,6	4,1	4,7	5,3
70	1,2	1,3	1,4	1,5	1,7	1,8	2,0	2,2	2,4	2,9	3,4	3,9	4,5	5,1	5,7
75	1,3	1,4	1,5	1,6	1,8	2,0	2,2	2,4	2,6	3,1	3,6	4,2	4,8	5,5	6,2
80	1,4	1,5	1,6	1,8	1,9	2,1	2,3	2,6	2,8	3,4	3,9	4,6	5,2	5,9	6,7
85	1,5	1,6	1,8	1,9	2,0	2,3	2,5	2,8	3,0	3,6	4,2	4,9	5,6	6,4	7,2
90	1,6	1,7	1,9	2,0	2,2	2,4	2,7	3,0	3,3	3,9	4,6	5,3	6,1	6,9	7,8
95	1,7	1,9	2,0	2,2	2,3	2,6	2,9	3,2	3,5	4,2	4,9	5,7	6,6	7,5	8,4
100	1,9	2,0	2,2	2,3	2,5	2,8	3,1	3,4	3,8	4,5	5,3	6,2	7,1	8,1	9,1
105	2,0	2,2	2,3	2,5	2,7	3,0	3,3	3,7	4,1	4,9	5,7	6,7	7,7	8,7	9,9
110	2,2	2,3	2,5	2,7	2,9	3,3	3,6	4,0	4,4	5,3	6,2	7,2	8,3	9,5	10,8
115	2,3	2,5	2,7	2,9	3,2	3,5	3,9	4,4	4,8	5,7	6,8	7,9	9,1	10,4	11,7
120	2,5	2,7	3,0	3,2	3,4	3,9	4,3	4,7	5,2	6,3	7,4	8,6	9,9	11,4	12,9

\* 25° o 3°/s

\*\* Utilícese el valor de 50° para cambios de rumbo inferiores a 50°.

**Tabla III-2-1-4. Distancia mínima de estabilización entre puntos de recorrido de sobrevuelo (unidades del SI, 15° de ángulo de inclinación lateral)**

Cambio de rumbo* (grados)	Velocidad verdadera (km/h)														
	< o =	240	260	280	300	320	340	360	380	400	440	480	520	560	640
<b>50</b>	3,9	4,5	5,2	5,9	6,7	7,5	8,3	9,2	10,1	12,1	14,3	16,7	19,2	22,0	24,9
<b>55</b>	4,2	4,9	5,6	6,4	7,2	8,0	9,0	9,9	10,9	13,1	15,5	18,1	20,8	23,8	27,0
<b>60</b>	4,5	5,2	6,0	6,8	7,7	8,6	9,6	10,7	11,8	14,1	16,7	19,4	22,4	25,6	29,1
<b>65</b>	4,8	5,6	6,4	7,3	8,2	9,2	10,3	11,4	12,6	15,1	17,9	20,8	24,0	27,5	31,1
<b>70</b>	5,1	5,9	6,8	7,7	8,8	9,8	11,0	12,1	13,4	16,1	19,0	22,2	25,6	29,3	33,2
<b>75</b>	5,4	6,3	7,2	8,2	9,3	10,4	11,6	12,9	14,2	17,1	20,2	23,6	27,2	31,1	35,3
<b>80</b>	5,7	6,6	7,6	8,6	9,8	11,0	12,2	13,6	15,0	18,0	21,3	24,9	28,7	32,9	37,3
<b>85</b>	5,9	6,9	7,9	9,1	10,2	11,5	12,8	14,3	15,7	18,9	22,4	26,2	30,2	34,6	39,2
<b>90</b>	6,2	7,2	8,3	9,5	10,7	12,0	13,4	14,9	16,5	19,8	23,4	27,4	31,6	36,2	41,1
<b>95</b>	6,4	7,5	8,6	9,9	11,2	12,5	14,0	15,5	17,2	20,6	24,4	28,6	33,0	37,8	42,9
<b>100</b>	6,7	7,8	9,0	10,2	11,6	13,0	14,5	16,1	17,8	21,4	25,4	29,7	34,3	39,2	44,5
<b>105</b>	6,9	8,0	9,3	10,6	12,0	13,4	15,0	16,7	18,4	22,2	26,2	30,7	35,5	40,6	46,1
<b>110</b>	7,1	8,3	9,5	10,9	12,3	13,8	15,5	17,2	19,0	22,8	27,0	31,6	36,6	41,8	47,5
<b>115</b>	7,3	8,5	9,8	11,2	12,6	14,2	15,9	17,6	19,5	23,4	27,8	32,5	37,5	43,0	48,8
<b>120</b>	7,4	8,7	10,0	11,4	12,9	14,5	16,2	18,0	19,9	24,0	28,4	33,2	38,4	44,0	49,9

\* Utilícese el valor de 50° para cambios de rumbo inferiores a 50°.

**Tabla III-2-1-5. Distancia mínima de estabilización entre puntos de recorrido de sobrevuelo (unidades del SI, 20° de ángulo de inclinación lateral\*)**

Cambio de rumbo** (grados)	Velocidad verdadera (km/h)														
	< o =	240	260	280	300	320	340	360	380	400	440	480	520	560	640
<b>50</b>	3,2	3,7	4,2	4,8	5,4	6,0	6,6	7,3	8,1	9,7	11,4	13,2	15,2	17,4	19,6
<b>55</b>	3,4	3,9	4,5	5,1	5,7	6,4	7,1	7,9	8,7	10,4	12,2	14,2	16,4	18,7	21,2
<b>60</b>	3,7	4,2	4,8	5,4	6,1	6,9	7,6	8,4	9,3	11,1	13,1	15,3	17,6	20,1	22,7
<b>65</b>	3,9	4,4	5,1	5,8	6,5	7,3	8,1	9,0	9,9	11,8	14,0	16,3	18,8	21,4	24,2
<b>70</b>	4,1	4,7	5,4	6,1	6,9	7,7	8,6	9,5	10,5	12,6	14,8	17,3	19,9	22,8	25,8
<b>75</b>	4,3	4,9	5,7	6,4	7,3	8,1	9,1	10,0	11,1	13,3	15,7	18,3	21,1	24,1	27,3
<b>80</b>	4,5	5,2	5,9	6,8	7,6	8,6	9,5	10,6	11,7	14,0	16,5	19,3	22,2	25,4	28,8
<b>85</b>	4,7	5,4	6,2	7,1	8,0	9,0	10,0	11,1	12,2	14,7	17,3	20,2	23,3	26,6	30,2
<b>90</b>	4,9	5,6	6,5	7,4	8,3	9,4	10,4	11,6	12,7	15,3	18,1	21,1	24,4	27,8	31,6
<b>95</b>	5,1	5,9	6,7	7,7	8,7	9,7	10,8	12,0	13,3	15,9	18,8	22,0	25,4	29,0	32,9
<b>100</b>	5,3	6,1	7,0	7,9	9,0	10,1	11,2	12,4	13,7	16,5	19,5	22,8	26,3	30,1	34,1
<b>105</b>	5,5	6,2	7,2	8,2	9,3	10,4	11,6	12,9	14,2	17,0	20,2	23,5	27,2	31,1	35,2
<b>110</b>	5,6	6,4	7,4	8,4	9,5	10,7	11,9	13,2	14,6	17,5	20,7	24,2	28,0	32,0	36,3
<b>115</b>	5,8	6,6	7,6	8,6	9,7	10,9	12,2	13,6	15,0	18,0	21,3	24,8	28,7	32,8	37,2
<b>120</b>	5,9	6,7	7,7	8,8	10,0	11,2	12,5	13,8	15,3	18,4	21,7	25,4	29,3	33,5	38,1

\* 20° o 3°/s

\*\* Utilícese el valor de 50° para cambios de rumbo inferiores a 50°.

**Tabla III-2-1-6. Distancia mínima de estabilización entre puntos de recorrido de sobrevuelo (unidades del SI, 25° de ángulo de inclinación lateral\*)**

Cambio de rumbo** (grados)	< o =	Velocidad verdadera (km/h)													
		240	260	280	300	320	340	360	380	400	440	480	520	560	640
50	3,2	3,5	3,8	4,2	4,5	5,1	5,6	6,2	6,8	8,1	9,6	11,1	12,8	14,5	16,4
55	3,4	3,8	4,1	4,4	4,8	5,4	6,0	6,6	7,3	8,7	10,2	11,9	13,7	15,6	17,6
60	3,7	4,0	4,4	4,7	5,1	5,8	6,4	7,1	7,8	9,3	10,9	12,7	14,6	16,6	18,8
65	3,9	4,3	4,6	5,0	5,5	6,1	6,8	7,5	8,2	9,8	11,6	13,5	15,5	17,7	20,0
70	4,1	4,5	4,9	5,3	5,7	6,4	7,2	7,9	8,7	10,4	12,3	14,3	16,4	18,8	21,2
75	4,3	4,7	5,1	5,5	6,0	6,8	7,5	8,3	9,2	11,0	12,9	15,1	17,3	19,8	22,4
80	4,5	5,0	5,4	5,8	6,3	7,1	7,9	8,7	9,6	11,5	13,6	15,8	18,2	20,8	23,5
85	4,7	5,2	5,6	6,1	6,6	7,4	8,2	9,1	10,1	12,0	14,2	16,6	19,1	21,8	24,7
90	4,9	5,4	5,9	6,3	6,9	7,7	8,6	9,5	10,5	12,5	14,8	17,3	19,9	22,7	25,7
95	5,1	5,6	6,1	6,6	7,1	8,0	8,9	9,9	10,9	13,0	15,4	17,9	20,7	23,6	26,8
100	5,3	5,8	6,3	6,8	7,4	8,3	9,2	10,2	11,2	13,5	15,9	18,6	21,4	24,5	27,7
105	5,5	6,0	6,5	7,0	7,6	8,5	9,5	10,5	11,6	13,9	16,4	19,2	22,1	25,2	28,6
110	5,6	6,1	6,6	7,2	7,8	8,7	9,7	10,8	11,9	14,3	16,9	19,7	22,7	26,0	29,4
115	5,8	6,3	6,8	7,3	8,0	9,0	10,0	11,1	12,2	14,6	17,3	20,2	23,3	26,6	30,1
120	5,9	6,4	6,9	7,5	8,1	9,1	10,2	11,3	12,4	14,9	17,7	20,6	23,8	27,2	30,8

\* 25° o 30°/s

\*\* Utilícese el valor de 50° para cambios de rumbo inferiores a 50°.

**Tabla III-2-1-7. Distancia mínima de estabilización entre puntos de recorrido de paso (unidades ajenas al SI, 15° de ángulo de inclinación lateral)**

Cambio de rumbo* (grados)	< o =	Velocidad verdadera (kt)													
		130	140	150	160	170	180	190	200	210	220	240	260	280	340
50	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0	1,1	1,2	1,3	1,4	1,5	1,8	2,1	2,4	2,7	3,4
55	0,7	0,7	0,8	0,9	1,1	1,2	1,3	1,4	1,5	1,7	2,0	2,3	2,6	3,0	3,7
60	0,7	0,8	0,9	1,0	1,1	1,3	1,4	1,5	1,7	1,8	2,1	2,5	2,9	3,2	4,1
65	0,8	0,9	1,0	1,1	1,2	1,4	1,5	1,7	1,8	2,0	2,3	2,7	3,1	3,5	4,5
70	0,8	0,9	1,1	1,2	1,3	1,5	1,6	1,8	2,0	2,1	2,5	2,9	3,4	3,8	4,9
75	0,9	1,0	1,1	1,3	1,4	1,6	1,8	1,9	2,1	2,3	2,7	3,2	3,7	4,2	5,3
80	1,0	1,1	1,2	1,4	1,6	1,7	1,9	2,1	2,3	2,5	3,0	3,4	4,0	4,5	5,7
85	1,0	1,2	1,3	1,5	1,7	1,9	2,1	2,3	2,5	2,7	3,2	3,7	4,3	4,9	6,2
90	1,1	1,3	1,4	1,6	1,8	2,0	2,2	2,5	2,7	2,9	3,5	4,0	4,7	5,3	6,8
95	1,2	1,4	1,5	1,7	2,0	2,2	2,4	2,7	2,9	3,2	3,8	4,4	5,0	5,8	7,3
100	1,3	1,5	1,7	1,9	2,1	2,3	2,6	2,9	3,1	3,4	4,1	4,7	5,5	6,2	8,0
105	1,4	1,6	1,8	2,0	2,3	2,5	2,8	3,1	3,4	3,7	4,4	5,2	5,9	6,8	8,7
110	1,5	1,7	2,0	2,2	2,5	2,8	3,1	3,4	3,7	4,1	4,8	5,6	6,5	7,4	9,5
115	1,6	1,9	2,1	2,4	2,7	3,0	3,3	3,7	4,1	4,4	5,3	6,1	7,1	8,1	10,3
120	1,8	2,0	2,3	2,6	3,0	3,3	3,7	4,0	4,4	4,9	5,8	6,7	7,8	8,9	11,4

\* Utilícese el valor de 50° para cambios de rumbo inferiores a 50°.

**Tabla III-2-1-8. Distancia mínima de estabilización entre puntos de recorrido de paso (unidades ajenas al SI, 20° de ángulo de inclinación lateral\*)**

Cambio de rumbo** (grados)	< o =	Velocidad verdadera (kt)													
		130	140	150	160	170	180	190	200	210	220	240	260	280	300
50	0,5	0,6	0,6	0,7	0,8	0,9	0,9	1,0	1,1	1,2	1,4	1,6	1,9	2,1	2,6
55	0,5	0,6	0,7	0,8	0,8	0,9	1,0	1,1	1,2	1,3	1,5	1,8	2,0	2,3	2,9
60	0,6	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0	1,1	1,2	1,3	1,4	1,7	1,9	2,2	2,5	3,1
65	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0	1,1	1,2	1,3	1,4	1,5	1,8	2,1	2,4	2,7	3,4
70	0,7	0,7	0,8	0,9	1,0	1,2	1,3	1,4	1,5	1,7	1,9	2,3	2,6	2,9	3,7
75	0,7	0,8	0,9	1,0	1,1	1,2	1,4	1,5	1,6	1,8	2,1	2,4	2,8	3,2	4,0
80	0,8	0,9	1,0	1,1	1,2	1,3	1,5	1,6	1,8	1,9	2,3	2,6	3,0	3,4	4,4
85	0,8	0,9	1,0	1,2	1,3	1,4	1,6	1,7	1,9	2,1	2,4	2,8	3,3	3,7	4,7
90	0,9	1,0	1,1	1,2	1,4	1,5	1,7	1,9	2,1	2,2	2,6	3,1	3,5	4,0	5,1
95	0,9	1,1	1,2	1,3	1,5	1,7	1,8	2,0	2,2	2,4	2,8	3,3	3,8	4,3	5,5
100	1,0	1,1	1,3	1,4	1,6	1,8	2,0	2,2	2,4	2,6	3,1	3,6	4,1	4,7	6,0
105	1,1	1,2	1,4	1,6	1,7	1,9	2,1	2,4	2,6	2,8	3,3	3,9	4,5	5,1	6,5
110	1,2	1,3	1,5	1,7	1,9	2,1	2,3	2,6	2,8	3,1	3,6	4,2	4,9	5,6	7,1
115	1,3	1,4	1,6	1,8	2,1	2,3	2,5	2,8	3,1	3,3	4,0	4,6	5,3	6,1	7,7
120	1,4	1,6	1,8	2,0	2,2	2,5	2,8	3,1	3,3	3,7	4,3	5,0	5,8	6,7	8,5

\* 20° o 3°/s

\*\* Utilícese el valor de 50° para cambios de rumbo inferiores a 50°.

**Tabla III-2-1-9. Distancia mínima de estabilización entre puntos de recorrido de paso (unidades ajenas al SI, 25° de ángulo de inclinación lateral\*)**

Cambio de rumbo** (grados)	< o =	Velocidad verdadera (kt)													
		130	140	150	160	170	180	190	200	210	220	240	260	280	300
50	0,5	0,5	0,6	0,6	0,7	0,7	0,8	0,9	0,9	1,0	1,2	1,3	1,5	1,7	2,2
55	0,5	0,6	0,6	0,7	0,7	0,8	0,9	0,9	1,0	1,1	1,3	1,5	1,7	1,9	2,4
60	0,5	0,6	0,7	0,7	0,8	0,8	0,9	1,0	1,1	1,2	1,4	1,6	1,8	2,0	2,6
65	0,5	0,7	0,7	0,8	0,8	0,9	1,0	1,1	1,2	1,3	1,5	1,7	1,9	2,2	2,8
70	0,6	0,7	0,8	0,8	0,9	1,0	1,1	1,2	1,3	1,4	1,6	1,8	2,1	2,4	3,0
75	0,6	0,8	0,8	0,9	0,9	1,0	1,1	1,2	1,3	1,5	1,7	2,0	2,3	2,6	3,2
80	0,7	0,8	0,9	0,9	1,0	1,1	1,2	1,3	1,4	1,6	1,8	2,1	2,4	2,8	3,5
85	0,7	0,9	0,9	1,0	1,1	1,2	1,3	1,4	1,6	1,7	2,0	2,3	2,6	3,0	3,8
90	0,7	0,9	1,0	1,1	1,1	1,3	1,4	1,5	1,7	1,8	2,1	2,5	2,8	3,2	4,1
95	0,8	1,0	1,1	1,1	1,2	1,4	1,5	1,6	1,8	2,0	2,3	2,7	3,1	3,5	4,4
100	0,8	1,1	1,2	1,2	1,3	1,5	1,6	1,8	1,9	2,1	2,5	2,9	3,3	3,8	4,8
105	0,9	1,2	1,2	1,3	1,4	1,6	1,7	1,9	2,1	2,3	2,7	3,1	3,6	4,1	5,2
110	1,0	1,3	1,3	1,4	1,5	1,7	1,9	2,1	2,3	2,5	2,9	3,4	3,9	4,4	5,6
115	1,1	1,4	1,5	1,6	1,7	1,8	2,0	2,2	2,5	2,7	3,2	3,7	4,2	4,8	6,1
120	1,2	1,5	1,6	1,7	1,8	2,0	2,2	2,4	2,7	2,9	3,5	4,0	4,6	5,3	6,7

\* 25° o 3°/s

\*\* Utilícese el valor de 50° para cambios de rumbo inferiores a 50°.

**Tabla III-2-1-10. Distancia mínima de estabilización entre puntos de recorrido de sobrevuelo (unidades ajenas al SI, 15° de ángulo de inclinación lateral)**

Cambio de rumbo* (grados)	Velocidad verdadera (kt)															
	< o =	130	140	150	160	170	180	190	200	210	220	240	260	280	300	340
50	2,1	2,4	2,8	3,1	3,5	3,9	4,3	4,7	5,2	5,7	6,7	7,8	9,0	10,2	13,0	
55	2,3	2,6	3,0	3,4	3,8	4,2	4,6	5,1	5,6	6,1	7,2	8,4	9,7	11,1	14,1	
60	2,4	2,8	3,2	3,6	4,0	4,5	5,0	5,5	6,0	6,6	7,8	9,1	10,4	11,9	15,2	
65	2,6	3,0	3,4	3,8	4,3	4,8	5,3	5,9	6,4	7,0	8,3	9,7	11,2	12,8	16,3	
70	2,8	3,2	3,6	4,1	4,6	5,1	5,7	6,2	6,9	7,5	8,9	10,3	11,9	13,6	17,4	
75	2,9	3,4	3,8	4,3	4,8	5,4	6,0	6,6	7,3	7,9	9,4	11,0	12,7	14,5	18,5	
80	3,1	3,5	4,0	4,6	5,1	5,7	6,3	7,0	7,7	8,4	9,9	11,6	13,4	15,3	19,5	
85	3,2	3,7	4,2	4,8	5,4	6,0	6,6	7,3	8,0	8,8	10,4	12,2	14,1	16,1	20,5	
90	3,4	3,9	4,4	5,0	5,6	6,3	6,9	7,7	8,4	9,2	10,9	12,7	14,7	16,8	21,5	
95	3,5	4,0	4,6	5,2	5,8	6,5	7,2	8,0	8,8	9,6	11,4	13,3	15,3	17,5	22,4	
100	3,6	4,2	4,8	5,4	6,1	6,8	7,5	8,3	9,1	10,0	11,8	13,8	15,9	18,2	23,3	
105	3,7	4,3	4,9	5,6	6,3	7,0	7,8	8,6	9,4	10,3	12,2	14,3	16,5	18,9	24,1	
110	3,9	4,4	5,1	5,7	6,4	7,2	8,0	8,8	9,7	10,6	12,6	14,7	17,0	19,4	24,8	
115	4,0	4,6	5,2	5,9	6,6	7,4	8,2	9,1	10,0	10,9	12,9	15,1	17,4	20,0	25,5	
120	4,0	4,7	5,3	6,0	6,8	7,5	8,4	9,3	10,2	11,1	13,2	15,4	17,8	20,4	26,1	

\* Utilícese el valor de 50° para cambios de rumbo inferiores a 50°.

**Tabla III-2-1-11. Distancia mínima de estabilización entre puntos de recorrido de sobrevuelo (unidades ajenas al SI, 20° de ángulo de inclinación lateral\*)**

Cambio de rumbo** (grados)	Velocidad verdadera (kt)															
	< o =	130	140	150	160	170	180	190	200	210	220	240	260	280	300	340
50	1,7	2,0	2,2	2,5	2,8	3,1	3,4	3,8	4,1	4,5	5,3	6,2	7,1	8,1	10,3	
55	1,9	2,1	2,4	2,7	3,0	3,3	3,7	4,1	4,4	4,9	5,7	6,6	7,6	8,7	11,1	
60	2,0	2,2	2,5	2,9	3,2	3,6	3,9	4,3	4,8	5,2	6,1	7,1	8,2	9,3	11,9	
65	2,1	2,4	2,7	3,0	3,4	3,8	4,2	4,6	5,1	5,5	6,5	7,6	8,7	10,0	12,7	
70	2,2	2,5	2,9	3,2	3,6	4,0	4,4	4,9	5,4	5,9	6,9	8,1	9,3	10,6	13,5	
75	2,3	2,6	3,0	3,4	3,8	4,2	4,7	5,2	5,7	6,2	7,3	8,5	9,8	11,2	14,3	
80	2,5	2,8	3,2	3,6	4,0	4,5	4,9	5,4	6,0	6,5	7,7	9,0	10,3	11,8	15,1	
85	2,6	2,9	3,3	3,7	4,2	4,7	5,2	5,7	6,2	6,8	8,1	9,4	10,9	12,4	15,8	
90	2,7	3,0	3,4	3,9	4,4	4,9	5,4	5,9	6,5	7,1	8,4	9,8	11,3	13,0	16,5	
95	2,8	3,1	3,6	4,0	4,5	5,1	5,6	6,2	6,8	7,4	8,8	10,2	11,8	13,5	17,2	
100	2,9	3,3	3,7	4,2	4,7	5,2	5,8	6,4	7,0	7,7	9,1	10,6	12,2	14,0	17,8	
105	3,0	3,4	3,8	4,3	4,8	5,4	6,0	6,6	7,3	7,9	9,4	10,9	12,6	14,4	18,4	
110	3,0	3,4	3,9	4,4	5,0	5,6	6,2	6,8	7,5	8,2	9,7	11,3	13,0	14,9	19,0	
115	3,1	3,5	4,0	4,5	5,1	5,7	6,3	7,0	7,7	8,4	9,9	11,6	13,3	15,3	19,5	
120	3,2	3,6	4,1	4,6	5,2	5,8	6,4	7,1	7,8	8,5	10,1	11,8	13,6	15,6	19,9	

\* 20° o 30°/s

\*\* Utilícese el valor de 50° para cambios de rumbo inferiores a 50°.

**Tabla III-2-1-12. Distancia mínima de estabilización entre puntos de recorrido de sobrevuelo  
(unidades ajenas al SI, 25° de ángulo de inclinación lateral\*)**

<i>Cambio de rumbo** (grados)</i>	<i>Velocidad verdadera (kt)</i>														
	<i>&lt; o = 130</i>	<i>140</i>	<i>150</i>	<i>160</i>	<i>170</i>	<i>180</i>	<i>190</i>	<i>200</i>	<i>210</i>	<i>220</i>	<i>240</i>	<i>260</i>	<i>280</i>	<i>300</i>	<i>340</i>
<b>50</b>	1,7	1,9	2,1	2,2	2,4	2,6	2,9	3,2	3,5	3,8	4,5	5,2	6,0	6,8	8,6
<b>55</b>	1,9	2,0	2,2	2,4	2,5	2,8	3,1	3,4	3,7	4,1	4,8	5,6	6,4	7,3	9,2
<b>60</b>	2,0	2,2	2,3	2,5	2,7	3,0	3,3	3,6	4,0	4,3	5,1	5,9	6,8	7,8	9,9
<b>65</b>	2,1	2,3	2,5	2,7	2,9	3,2	3,5	3,9	4,2	4,6	5,4	6,3	7,2	8,3	10,5
<b>70</b>	2,2	2,4	2,6	2,8	3,0	3,3	3,7	4,1	4,5	4,9	5,7	6,7	7,7	8,7	11,1
<b>75</b>	2,3	2,5	2,7	3,0	3,2	3,5	3,9	4,3	4,7	5,1	6,0	7,0	8,1	9,2	11,7
<b>80</b>	2,5	2,7	2,9	3,1	3,3	3,7	4,1	4,5	4,9	5,4	6,3	7,4	8,5	9,7	12,3
<b>85</b>	2,6	2,8	3,0	3,2	3,5	3,9	4,3	4,7	5,1	5,6	6,6	7,7	8,9	10,1	12,9
<b>90</b>	2,7	2,9	3,1	3,4	3,6	4,0	4,4	4,9	5,4	5,9	6,9	8,0	9,3	10,6	13,5
<b>95</b>	2,8	3,0	3,2	3,5	3,7	4,2	4,6	5,1	5,6	6,1	7,2	8,4	9,6	11,0	14,0
<b>100</b>	2,9	3,1	3,4	3,6	3,9	4,3	4,8	5,2	5,8	6,3	7,4	8,6	10,0	11,4	14,5
<b>105</b>	3,0	3,2	3,5	3,7	4,0	4,4	4,9	5,4	5,9	6,5	7,7	8,9	10,3	11,7	15,0
<b>110</b>	3,0	3,3	3,6	3,8	4,1	4,5	5,0	5,6	6,1	6,7	7,9	9,2	10,6	12,1	15,4
<b>115</b>	3,1	3,4	3,6	3,9	4,2	4,7	5,2	5,7	6,2	6,8	8,1	9,4	10,8	12,4	15,8
<b>120</b>	3,2	3,4	3,7	4,0	4,3	4,8	5,3	5,8	6,4	7,0	8,2	9,6	11,1	12,6	16,1

\* 25° o 3°/s

\*\* Utilícese el valor de 50° para cambios de rumbo inferiores a 50°.

**Tabla III-2-1-13. Distancia mínima de estabilización entre puntos de recorrido de paso  
(unidades del SI, 15° de ángulo de inclinación lateral\*)**

<i>Cambio de rumbo** (grados)</i>	<i>Velocidad verdadera (km/h)</i>						
	<i>≤ 130</i>	<i>150</i>	<i>170</i>	<i>190</i>	<i>210</i>	<i>230</i>	<i>240</i>
<b>30</b>	0,29	0,34	0,38	0,44	0,52	0,61	0,65
<b>35</b>	0,33	0,38	0,43	0,49	0,58	0,68	0,73
<b>40</b>	0,36	0,41	0,47	0,54	0,65	0,76	0,82
<b>45</b>	0,39	0,45	0,52	0,60	0,71	0,84	0,90
<b>50</b>	0,43	0,50	0,56	0,65	0,78	0,92	0,99
<b>55</b>	0,47	0,54	0,61	0,71	0,85	1,00	1,08
<b>60</b>	0,51	0,58	0,66	0,77	0,92	1,09	1,18
<b>65</b>	0,55	0,63	0,72	0,83	1,00	1,18	1,28
<b>70</b>	0,59	0,68	0,77	0,90	1,08	1,28	1,38
<b>75</b>	0,64	0,74	0,83	0,97	1,17	1,38	1,50
<b>80</b>	0,69	0,79	0,90	1,05	1,26	1,50	1,62
<b>85</b>	0,74	0,85	0,97	1,13	1,36	1,62	1,75
<b>90</b>	0,80	0,92	1,04	1,22	1,47	1,74	1,89
<b>95</b>	0,86	0,99	1,13	1,32	1,59	1,89	2,05
<b>100</b>	0,93	1,07	1,22	1,42	1,72	2,04	2,22
<b>105</b>	1,01	1,16	1,32	1,54	1,86	2,22	2,40
<b>110</b>	1,09	1,26	1,43	1,67	2,02	2,41	2,62
<b>115</b>	1,19	1,37	1,56	1,82	2,21	2,63	2,85
<b>120</b>	1,30	1,50	1,70	1,99	2,42	2,88	3,13

\* 15° o 3°/seg

\*\* Utilícese el valor de 30° para cambios de rumbo inferiores a 30°.



**Tabla III-2-1-14. Distancia mínima de estabilización entre puntos de recorrido de paso  
(unidades del SI, 20° de ángulo de inclinación lateral\*)**

<i>Cambio de rumbo** (grados)</i>	<i>Velocidad verdadera (km/h)</i>						
	<i>≤ 130</i>	<i>150</i>	<i>170</i>	<i>190</i>	<i>210</i>	<i>230</i>	<i>240</i>
<b>30</b>	0,29	0,34	0,38	0,43	0,47	0,52	0,54
<b>35</b>	0,33	0,38	0,43	0,48	0,53	0,58	0,60
<b>40</b>	0,36	0,41	0,47	0,53	0,58	0,64	0,66
<b>45</b>	0,39	0,45	0,52	0,58	0,64	0,70	0,73
<b>50</b>	0,43	0,50	0,56	0,63	0,69	0,76	0,79
<b>55</b>	0,47	0,54	0,61	0,68	0,75	0,83	0,86
<b>60</b>	0,51	0,58	0,66	0,74	0,82	0,90	0,94
<b>65</b>	0,55	0,63	0,72	0,80	0,88	0,97	1,01
<b>70</b>	0,59	0,68	0,77	0,86	0,96	1,05	1,09
<b>75</b>	0,64	0,74	0,83	0,93	1,03	1,13	1,18
<b>80</b>	0,69	0,79	0,90	1,00	1,11	1,22	1,27
<b>85</b>	0,74	0,85	0,97	1,08	1,20	1,31	1,37
<b>90</b>	0,80	0,92	1,04	1,17	1,29	1,41	1,47
<b>95</b>	0,86	0,99	1,13	1,26	1,39	1,52	1,59
<b>100</b>	0,93	1,07	1,22	1,36	1,50	1,65	1,72
<b>105</b>	1,01	1,16	1,32	1,47	1,63	1,78	1,86
<b>110</b>	1,09	1,26	1,43	1,60	1,77	1,93	2,02
<b>115</b>	1,19	1,37	1,56	1,74	1,92	2,11	2,20
<b>120</b>	1,30	1,50	1,70	1,90	2,10	2,31	2,41

\* 20° o 3°/s

\*\* Utilícese el valor de 30° para cambios de rumbo inferiores a 30°.

**Tabla III-2-1-15. Distancia mínima de estabilización entre puntos de recorrido de sobrevuelo (unidades del SI, 15° de ángulo de inclinación lateral\*)**

<i>Cambio de rumbo** (grados)</i>	<i>Velocidad verdadera (km/h)</i>						
	<i>≤ 130</i>	<i>150</i>	<i>170</i>	<i>190</i>	<i>210</i>	<i>230</i>	<i>240</i>
<b>30</b>	1,06	1,22	1,38	1,61	1,93	2,29	2,48
<b>35</b>	1,16	1,34	1,52	1,77	2,13	2,53	2,74
<b>40</b>	1,27	1,47	1,66	1,94	2,34	2,78	3,01
<b>45</b>	1,39	1,60	1,81	2,12	2,56	3,04	3,29
<b>50</b>	1,51	1,74	1,97	2,30	2,78	3,30	3,58
<b>55</b>	1,62	1,87	2,12	2,48	3,00	3,57	3,87
<b>60</b>	1,74	2,01	2,28	2,67	3,23	3,84	4,17
<b>65</b>	1,86	2,15	2,44	2,85	3,45	4,11	4,46
<b>70</b>	1,98	2,29	2,59	3,04	3,68	4,38	4,76
<b>75</b>	2,10	2,43	2,75	3,22	3,90	4,65	5,04
<b>80</b>	2,22	2,56	2,90	3,39	4,11	4,90	5,33
<b>85</b>	2,33	2,69	3,04	3,56	4,32	5,16	5,60
<b>90</b>	2,43	2,81	3,18	3,73	4,52	5,40	5,86
<b>95</b>	2,54	2,93	3,32	3,88	4,71	5,62	6,11
<b>100</b>	2,63	3,04	3,44	4,03	4,89	5,84	6,34
<b>105</b>	2,72	3,14	3,56	4,17	5,06	6,04	6,56
<b>110</b>	2,80	3,23	3,66	4,29	5,21	6,22	6,76
<b>115</b>	2,87	3,32	3,76	4,40	5,35	6,39	6,94
<b>120</b>	2,94	3,39	3,84	4,50	5,47	6,53	7,10

\* 15° o 3°/s

\*\* Utilícese el valor de 30° para cambios de rumbo inferiores a 30°.

**Tabla III-2-1-16. Distancia mínima de estabilización entre puntos de recorrido de sobrevuelo (unidades del SI, 20° de ángulo de inclinación lateral\*)**

<i>Cambio de rumbo** (grados)</i>	<i>Velocidad verdadera (km/h)</i>						
	<i>≤ 130</i>	<i>150</i>	<i>170</i>	<i>190</i>	<i>210</i>	<i>230</i>	<i>240</i>
<b>30</b>	1,06	1,22	1,38	1,56	1,75	1,96	2,06
<b>35</b>	1,16	1,34	1,52	1,71	1,93	2,14	2,26
<b>40</b>	1,27	1,47	1,66	1,87	2,10	2,34	2,46
<b>45</b>	1,39	1,60	1,81	2,04	2,29	2,54	2,67
<b>50</b>	1,51	1,74	1,97	2,21	2,48	2,75	2,89
<b>55</b>	1,62	1,87	2,12	2,39	2,67	2,96	3,11
<b>60</b>	1,74	2,01	2,28	2,56	2,87	3,18	3,33
<b>65</b>	1,86	2,15	2,44	2,74	3,06	3,39	3,55
<b>70</b>	1,98	2,29	2,59	2,91	3,25	3,60	3,78
<b>75</b>	2,10	2,43	2,75	3,09	3,44	3,81	3,99
<b>80</b>	2,22	2,56	2,90	3,25	3,63	4,01	4,20
<b>85</b>	2,33	2,69	3,04	3,42	3,81	4,21	4,41
<b>90</b>	2,43	2,81	3,18	3,57	3,98	4,40	4,61
<b>95</b>	2,54	2,93	3,32	3,72	4,14	4,58	4,79
<b>100</b>	2,63	3,04	3,44	3,86	4,30	4,74	4,97
<b>105</b>	2,72	3,14	3,56	3,99	4,44	4,90	5,13
<b>110</b>	2,80	3,23	3,66	4,11	4,57	5,05	5,28
<b>115</b>	2,87	3,32	3,76	4,22	4,69	5,18	5,42
<b>120</b>	2,94	3,39	3,84	4,31	4,80	5,29	5,54

\* 20° o 3°/s

\*\* Utilícese el valor de 30° para cambios de rumbo inferiores a 30°.

**Tabla III-2-1-17. Distancia mínima de estabilización entre puntos de recorrido de paso  
(unidades ajenas al SI, 15° de ángulo de inclinación lateral\*)**

<i>Cambio de rumbo** (grados)</i>	<i>Velocidad verdadera (kt)</i>						
	<i>≤ 70</i>	<i>80</i>	<i>90</i>	<i>100</i>	<i>110</i>	<i>120</i>	<i>130</i>
<b>30</b>	0,16	0,18	0,20	0,23	0,27	0,31	0,35
<b>35</b>	0,18	0,20	0,23	0,25	0,30	0,35	0,40
<b>40</b>	0,19	0,22	0,25	0,28	0,33	0,39	0,44
<b>45</b>	0,21	0,24	0,27	0,31	0,36	0,42	0,49
<b>50</b>	0,23	0,26	0,30	0,34	0,40	0,47	0,54
<b>55</b>	0,25	0,29	0,32	0,37	0,43	0,51	0,59
<b>60</b>	0,27	0,31	0,35	0,40	0,47	0,55	0,64
<b>65</b>	0,29	0,34	0,38	0,43	0,51	0,60	0,69
<b>70</b>	0,32	0,36	0,41	0,46	0,55	0,65	0,75
<b>75</b>	0,34	0,39	0,44	0,50	0,60	0,70	0,81
<b>80</b>	0,37	0,42	0,48	0,54	0,64	0,76	0,88
<b>85</b>	0,40	0,46	0,51	0,58	0,69	0,82	0,95
<b>90</b>	0,43	0,49	0,55	0,63	0,75	0,88	1,03
<b>95</b>	0,46	0,53	0,60	0,68	0,81	0,95	1,11
<b>100</b>	0,50	0,57	0,64	0,73	0,88	1,03	1,20
<b>105</b>	0,54	0,62	0,70	0,79	0,95	1,12	1,31
<b>110</b>	0,59	0,67	0,76	0,86	1,03	1,22	1,42
<b>115</b>	0,64	0,73	0,82	0,94	1,12	1,33	1,55
<b>120</b>	0,70	0,80	0,90	1,03	1,23	1,46	1,70

\* 15° o 3°/s

\*\* Utilícese el valor de 30° para cambios de rumbo inferiores a 30°.

**Tabla III-2-1-18. Distancia mínima de estabilización entre puntos de recorrido de paso  
(unidades ajenas al SI, 20° de ángulo de inclinación lateral\*)**

<i>Cambio de rumbo** (grados)</i>	<i>Velocidad verdadera (kt)</i>						
	<i>≤ 70</i>	<i>80</i>	<i>90</i>	<i>100</i>	<i>110</i>	<i>120</i>	<i>130</i>
<b>30</b>	0,16	0,18	0,20	0,23	0,25	0,27	0,29
<b>35</b>	0,18	0,20	0,23	0,25	0,28	0,30	0,33
<b>40</b>	0,19	0,22	0,25	0,28	0,30	0,33	0,36
<b>45</b>	0,21	0,24	0,27	0,30	0,33	0,36	0,39
<b>50</b>	0,23	0,26	0,30	0,33	0,36	0,40	0,43
<b>55</b>	0,25	0,29	0,32	0,36	0,40	0,43	0,47
<b>60</b>	0,27	0,31	0,35	0,39	0,43	0,47	0,51
<b>65</b>	0,29	0,34	0,38	0,42	0,46	0,51	0,55
<b>70</b>	0,32	0,36	0,41	0,45	0,50	0,55	0,59
<b>75</b>	0,34	0,39	0,44	0,49	0,54	0,59	0,64
<b>80</b>	0,37	0,42	0,48	0,53	0,58	0,63	0,69
<b>85</b>	0,40	0,46	0,51	0,57	0,63	0,68	0,74
<b>90</b>	0,43	0,49	0,55	0,61	0,68	0,74	0,80
<b>95</b>	0,46	0,53	0,60	0,66	0,73	0,79	0,86
<b>100</b>	0,50	0,57	0,64	0,72	0,79	0,86	0,93
<b>105</b>	0,54	0,62	0,70	0,77	0,85	0,93	1,01
<b>110</b>	0,59	0,67	0,76	0,84	0,93	1,01	1,09
<b>115</b>	0,64	0,73	0,82	0,92	1,01	1,10	1,19
<b>120</b>	0,70	0,80	0,90	1,00	1,10	1,20	1,30

\* 20° o 3°/s

\*\* Utilícese el valor de 30° para cambios de rumbo inferiores a 30°.

**Tabla III-2-1-19. Distancia mínima de estabilización entre puntos de recorrido de sobrevuelo (unidades ajenas al SI, 15° de ángulo de inclinación lateral\*)**

<i>Cambio de rumbo** (grados)</i>	<i>Velocidad verdadera (kt)</i>						
	<i>≤ 70</i>	<i>80</i>	<i>90</i>	<i>100</i>	<i>110</i>	<i>120</i>	<i>130</i>
<b>30</b>	0,57	0,65	0,73	0,83	0,99	1,16	1,35
<b>35</b>	0,63	0,71	0,80	0,91	1,09	1,28	1,49
<b>40</b>	0,69	0,78	0,88	1,00	1,20	1,41	1,64
<b>45</b>	0,75	0,85	0,96	1,09	1,30	1,54	1,79
<b>50</b>	0,81	0,93	1,04	1,18	1,42	1,67	1,95
<b>55</b>	0,87	1,00	1,12	1,28	1,53	1,81	2,10
<b>60</b>	0,94	1,07	1,21	1,37	1,65	1,94	2,27
<b>65</b>	1,00	1,15	1,29	1,47	1,76	2,08	2,43
<b>70</b>	1,07	1,22	1,37	1,56	1,87	2,21	2,58
<b>75</b>	1,13	1,29	1,46	1,65	1,99	2,35	2,74
<b>80</b>	1,19	1,36	1,53	1,74	2,10	2,48	2,89
<b>85</b>	1,25	1,43	1,61	1,83	2,20	2,60	3,04
<b>90</b>	1,31	1,50	1,69	1,92	2,30	2,73	3,18
<b>95</b>	1,37	1,56	1,76	2,00	2,40	2,84	3,32
<b>100</b>	1,42	1,62	1,82	2,07	2,49	2,95	3,45
<b>105</b>	1,46	1,67	1,88	2,14	2,58	3,05	3,56
<b>110</b>	1,51	1,72	1,94	2,21	2,65	3,14	3,67
<b>115</b>	1,55	1,77	1,99	2,26	2,72	3,23	3,77
<b>120</b>	1,58	1,81	2,03	2,31	2,79	3,30	3,86

\* 15° o 3°/s

\*\* Utilícese el valor de 30° para cambios de rumbo inferiores a 30°.

**Tabla III-2-1-20. Distancia mínima de estabilización entre puntos de recorrido de sobrevuelo (unidades ajenas al SI, 20° ángulo de inclinación lateral\*)**

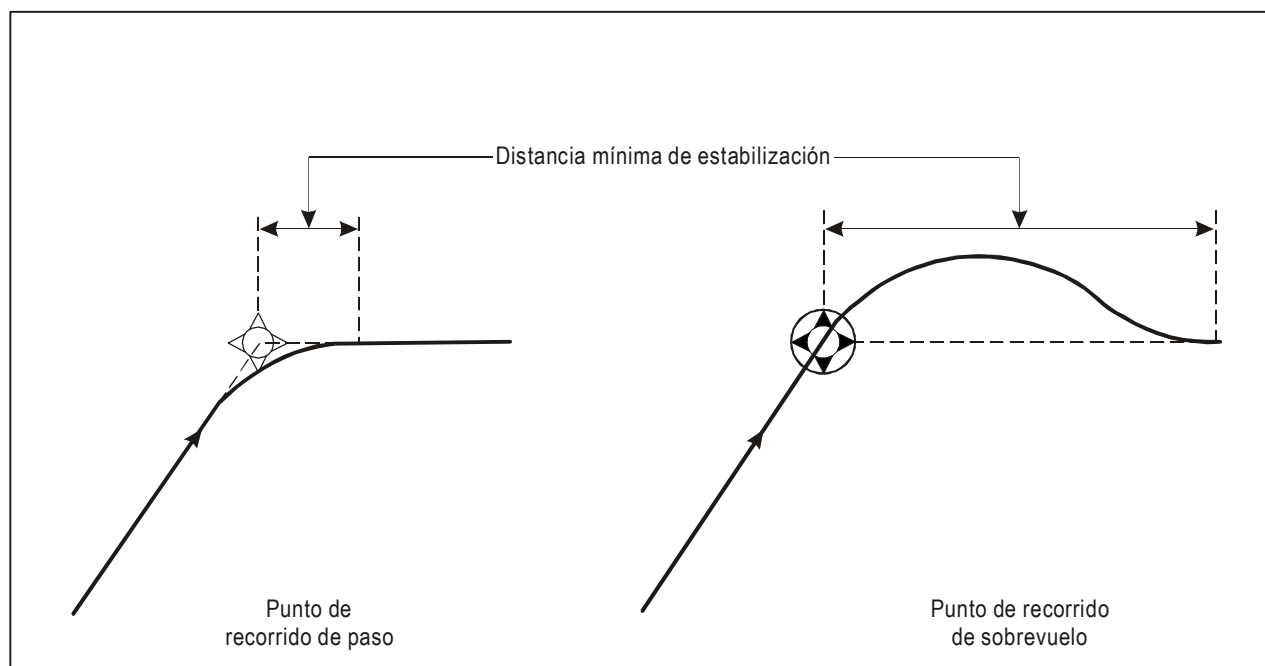
<i>Cambio de rumbo** (grados)</i>	<i>Velocidad verdadera (km/h)</i>						
	<i>≤ 70</i>	<i>80</i>	<i>90</i>	<i>100</i>	<i>110</i>	<i>120</i>	<i>130</i>
<b>30</b>	0,57	0,65	0,73	0,82	0,91	1,01	1,12
<b>35</b>	0,63	0,71	0,80	0,90	1,00	1,11	1,22
<b>40</b>	0,69	0,78	0,88	0,98	1,10	1,21	1,33
<b>45</b>	0,75	0,85	0,96	1,07	1,19	1,32	1,45
<b>50</b>	0,81	0,93	1,04	1,16	1,29	1,43	1,57
<b>55</b>	0,87	1,00	1,12	1,25	1,39	1,54	1,69
<b>60</b>	0,94	1,07	1,21	1,35	1,50	1,65	1,81
<b>65</b>	1,00	1,15	1,29	1,44	1,60	1,76	1,93
<b>70</b>	1,07	1,22	1,37	1,53	1,70	1,87	2,05
<b>75</b>	1,13	1,29	1,46	1,62	1,80	1,98	2,16
<b>80</b>	1,19	1,36	1,53	1,71	1,90	2,09	2,28
<b>85</b>	1,25	1,43	1,61	1,79	1,99	2,19	2,39
<b>90</b>	1,31	1,50	1,69	1,88	2,08	2,29	2,50
<b>95</b>	1,37	1,56	1,76	1,95	2,17	2,38	2,60
<b>100</b>	1,42	1,62	1,82	2,03	2,25	2,47	2,69
<b>105</b>	1,46	1,67	1,88	2,10	2,32	2,55	2,78
<b>110</b>	1,51	1,72	1,94	2,16	2,39	2,63	2,86
<b>115</b>	1,55	1,77	1,99	2,21	2,45	2,69	2,94
<b>120</b>	1,58	1,81	2,03	2,26	2,51	2,75	3,00

\* 20° o 3°/s

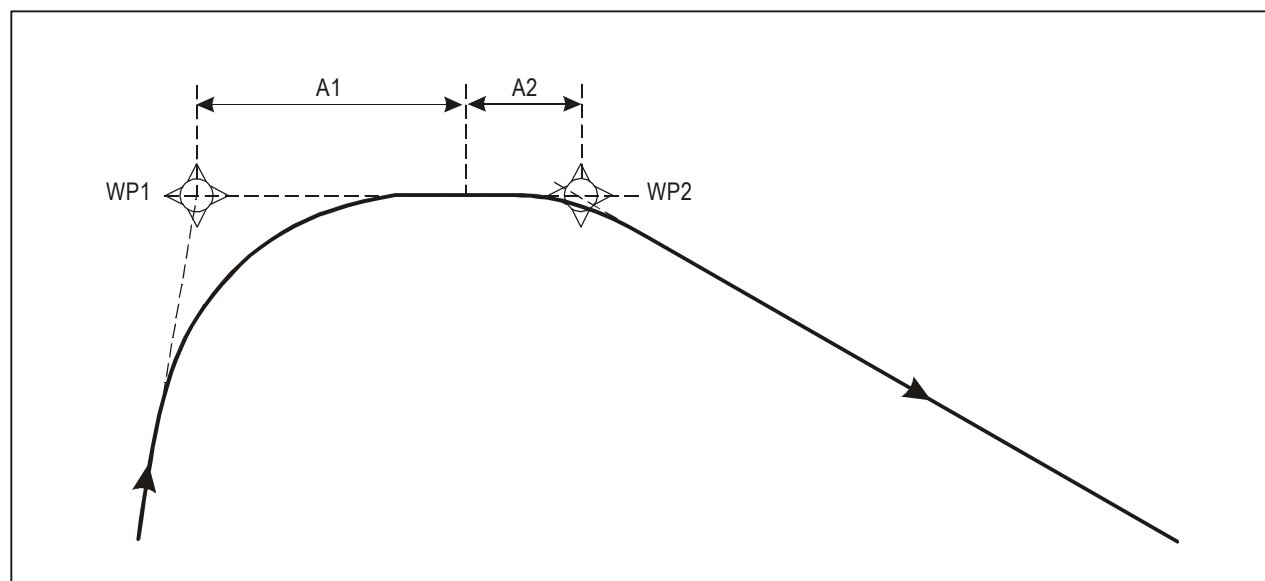
\*\* Utilícese el valor de 30° para cambios de rumbo inferiores a 30°.

**Tabla III-2-1-21. Longitud mínima de un tramo RNAV limitado por, como mínimo, un punto de recorrido que no es punto de recorrido de viraje**

<i>Fase de vuelo</i>	<i>D: distancia mínima al punto de recorrido*</i>
<i>En ruta</i>	
Más de 56 km (30 NM) respecto del ARP de salida o destino	9,3 km (5,0 NM)
STAR, inicial dentro de una distancia de 56 km (30 NM) respecto del ARP	5,6 km (3,0 NM)
SID dentro de una distancia de 28 km (15 NM) respecto del DER y la aproximación final	2,8 km (1,5 NM)
Aproximaciones frustradas y SID dentro de una distancia de 56 km (30 NM) respecto del ARP	5,6 km (3,0 NM)
* Cuando la distancia de estabilización sea mayor que D, D será igual a la distancia de estabilización.	

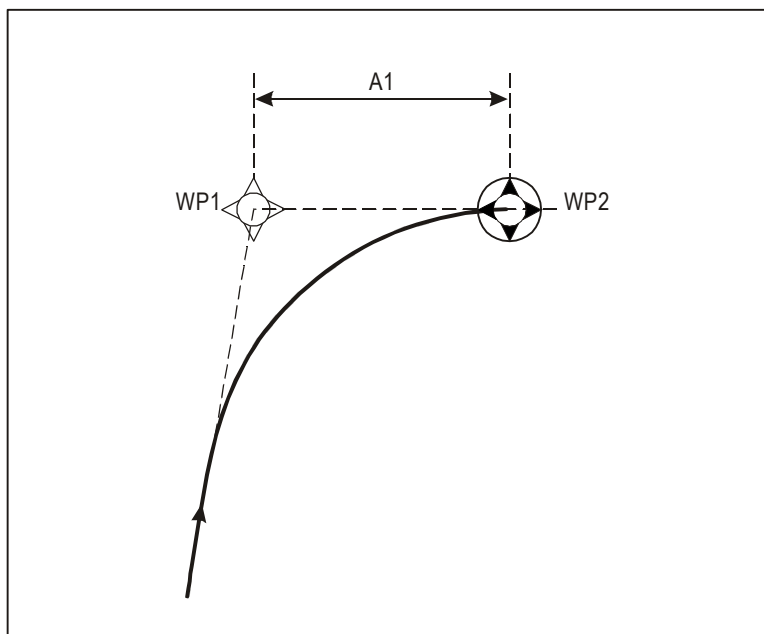


**Figura III-2-1-1. Determinación de la distancia mínima de estabilización**

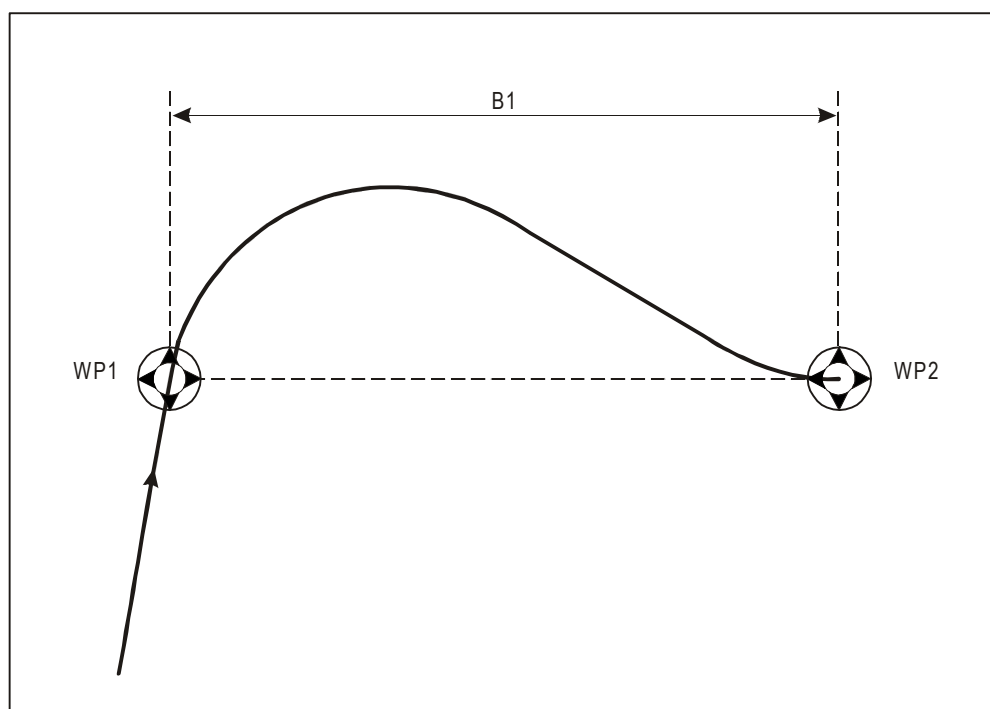


**Figura III-2-1-2. Dos puntos de recorrido de paso**

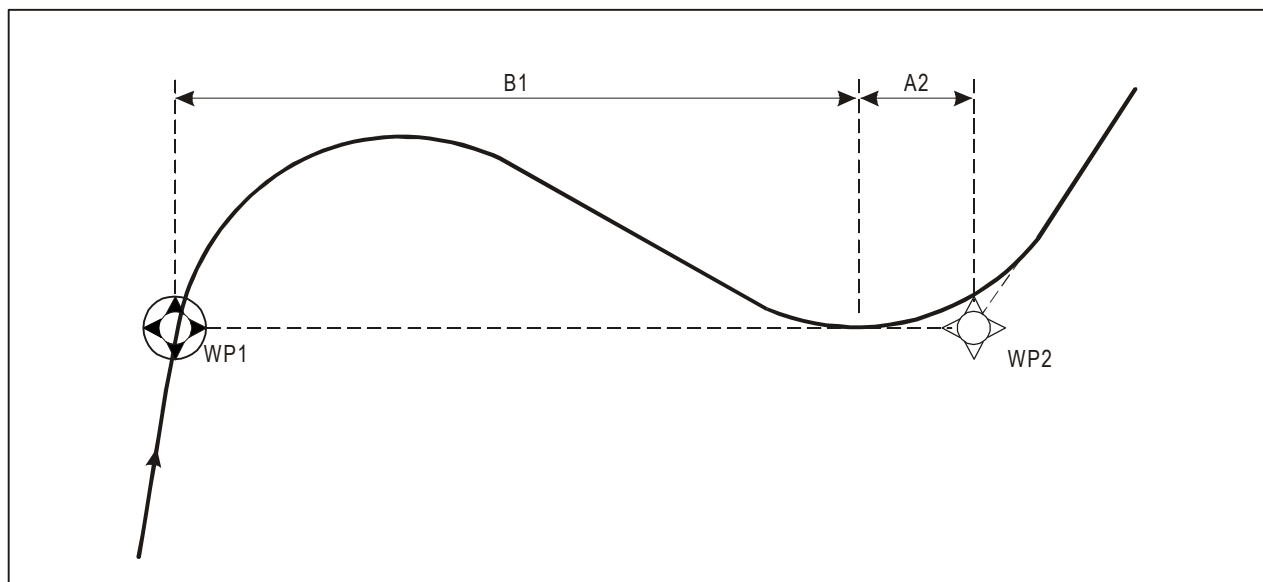




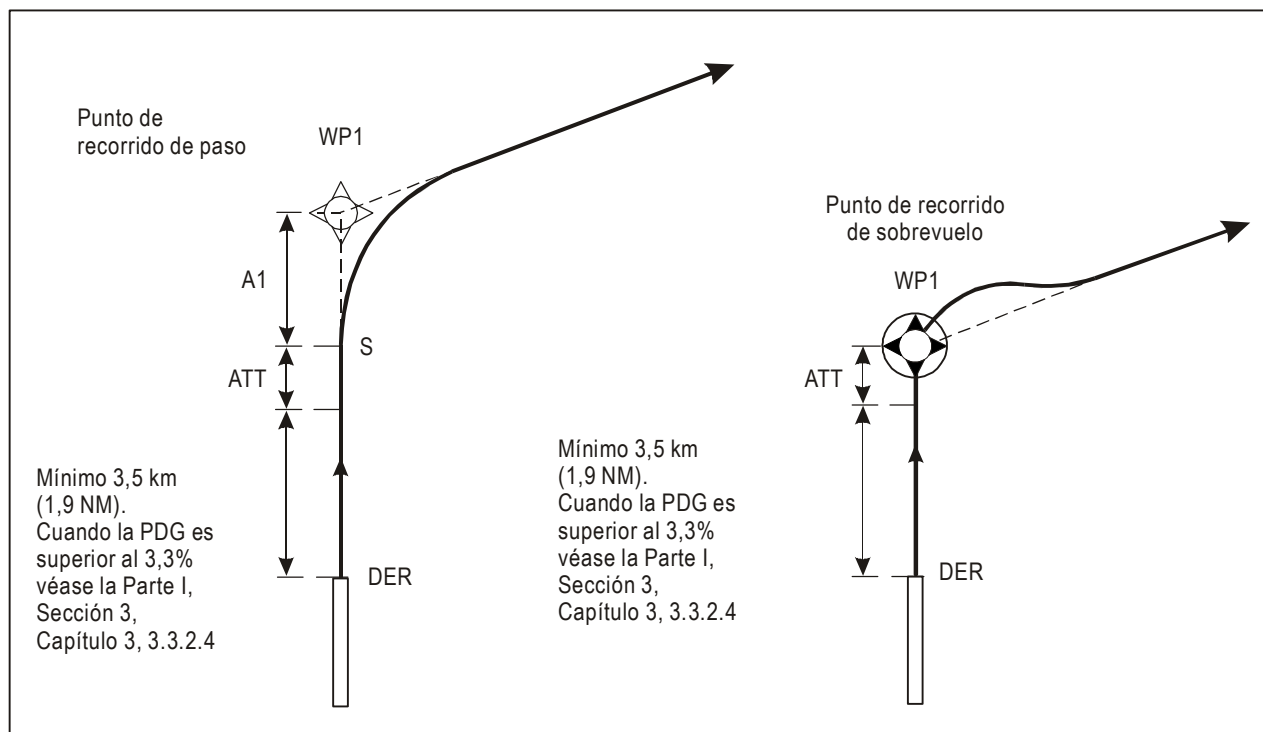
**Figura III-2-1-3. Punto de recorrido de paso seguido de punto de recorrido de sobrevuelo**



**Figura III-2-1-4. Dos puntos de recorrido de sobrevuelo**



**Figura III-2-1-5. Punto de recorrido de sobrevuelo seguido de punto de recorrido de paso**



**Figura III-2-1-6. Distancia mínima de estabilización, DER — primer punto de recorrido**

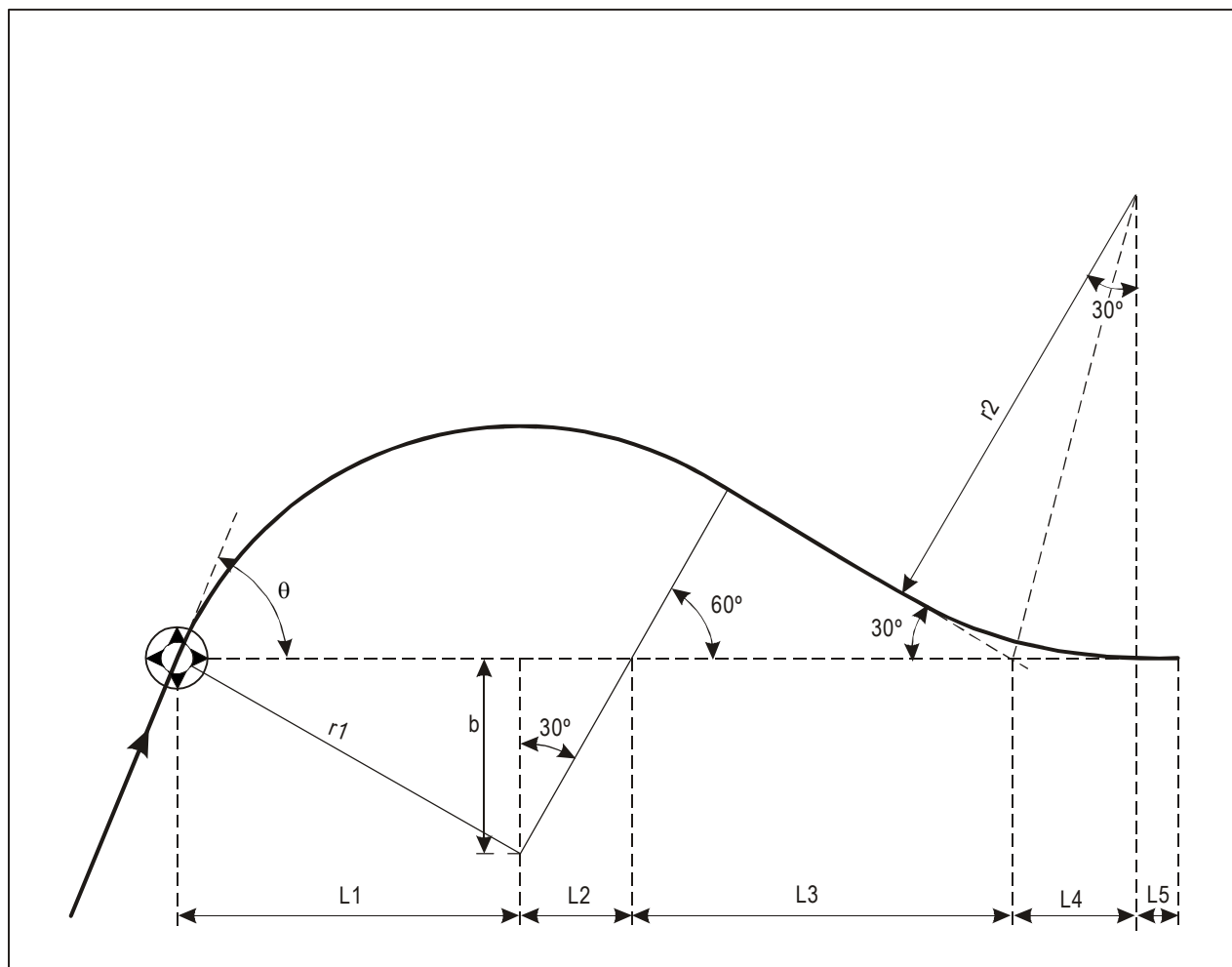


Figura III-2-1-7. Distancia mínima de estabilización — punto de recorrido de sobrevuelo

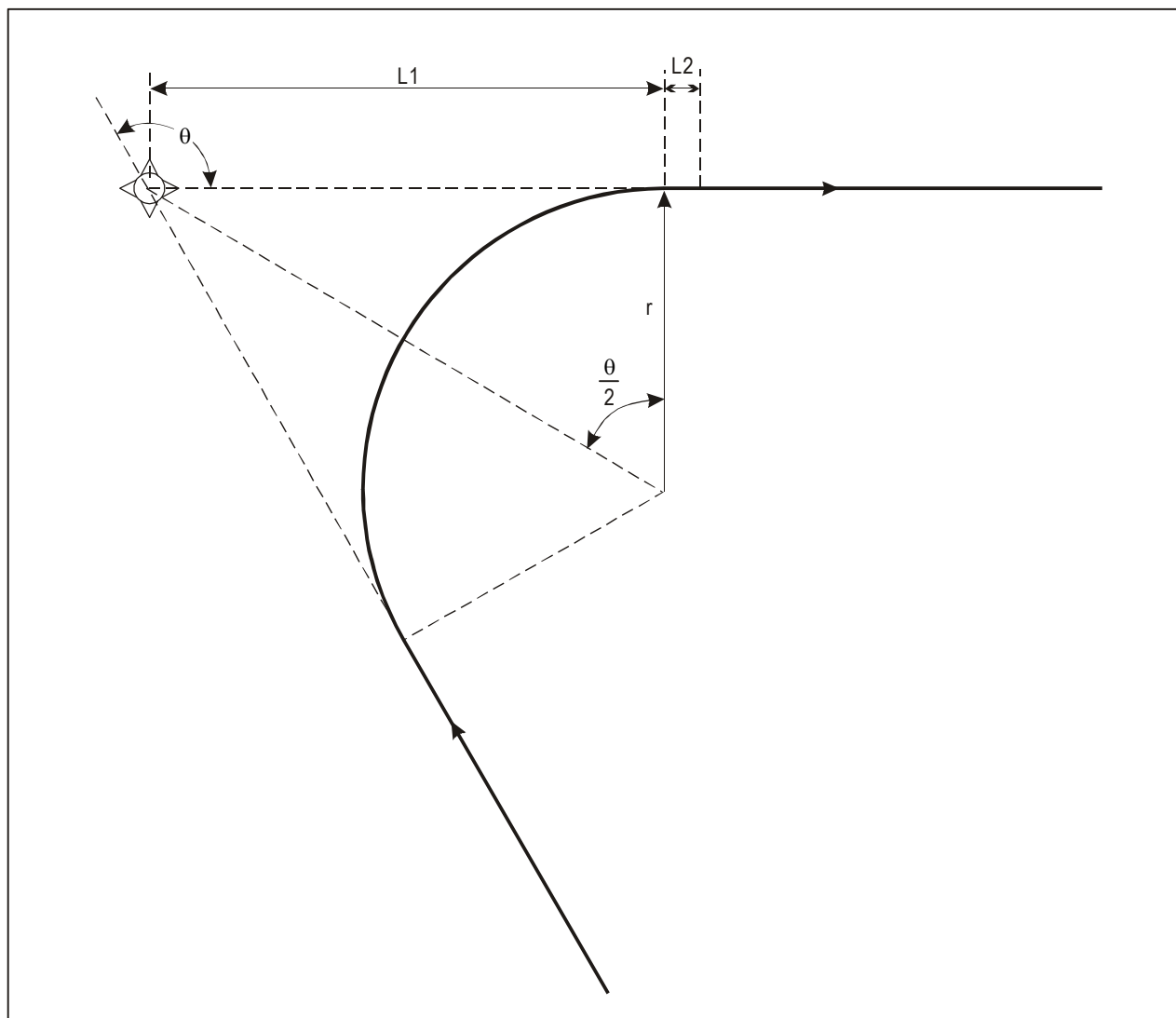


Figura III-2-1-8. Distancia mínima de estabilización — punto de recorrido de paso

## Capítulo 2

# PROTECCIÓN DE VIRAJES Y EVALUACIÓN DE OBSTÁCULOS

### 2.1 GENERALIDADES

2.1.1 Este capítulo proporciona los criterios básicos que se emplearán en la protección de virajes para todos los procedimientos RNAV y RNP. Al final del capítulo figuran ilustraciones de la aplicación de los criterios para diferentes tipos de puntos de recorrido y terminaciones de trayectoria. Los criterios generales definidos en la Parte I, Sección 2, Capítulo 3, se aplican ampliados o modificados por los criterios de este capítulo.

*Nota.— Para los virajes durante una fase de vuelo en que se aplican los criterios en ruta se pueden aplicar criterios de viraje simplificados, como los definidos en la Sección 3, Capítulo 8 en lugar de las disposiciones de este capítulo.*

#### 2.1.2 Velocidad

Las velocidades máxima y mínima definidas para la fase de vuelo pertinente serán las consideradas en todas las construcciones de virajes RNAV y RNP.

#### 2.1.3 Métodos de construcción de virajes

2.1.3.1 Dependiendo del tipo de viraje, del ángulo de viraje y del tramo del vuelo, se emplearán diferentes métodos de protección de virajes.

2.1.3.2 *Viraje en un punto de viraje (TP).* Un viraje en un punto de viraje puede definirse sea por un punto de recorrido de paso o un punto de recorrido de sobrevuelo. Para cada tipo de punto de recorrido, se emplearán dos métodos diferentes de construcción de viraje, dependiendo del ángulo de viraje y del tramo del vuelo:

a) El método de espiral de viento/círculos limitadores se empleará para:

- 1) virajes de más de 30° en un IAF o IF,
- 2) virajes de más de 10° en el FAF,
- 3) virajes dentro de un tramo de aproximación frustrada o de salida.

*Nota.— El método de círculos limitadores es un método simplificado que puede emplearse como alternativa a las espirales de viento.*

La construcción se describe en 2.3.

b) El método de arco de círculo se empleará para:

- 1) virajes menores o iguales a 30° en un IAF o un IF, o
- 2) menores o iguales a 10° en el FAF.

La construcción se describe en 2.2.

2.1.3.3 *Viraje a una altitud/altura dada (viraje TA/H)*. Para el viraje TA/H, se empleará el método de espiral de viento/círculos limitadores. La construcción se describe en 2.3.

2.1.3.4 *Viraje de radio constante al punto de referencia (viraje RF)*. Los virajes RF se aplican a los procedimientos RNAV y RNP y se construyen con un método diferente del que se aplica para los virajes en un punto de recorrido de paso, de sobrevuelo, o TA/H. La construcción se describe en 2.4.

## 2.2 MÉTODO DE ARCO DE CÍRCULO

### 2.2.1 Generalidades

Dado que el método de arco de círculo se aplica únicamente dentro de los tramos de vuelo en que se desalientan los puntos de recorrido de sobrevuelo (tramo de aproximación inicial, IF y FAF), generalmente este método se aplicará únicamente a los virajes de paso. Sin embargo, cuando un viraje de paso se ejecuta dentro de un tramo de aproximación inicial, este método de construcción también se puede aplicar debido al ángulo de viraje pequeño.

### 2.2.2 Protección del límite exterior del viraje

Los bordes exteriores de las respectivas áreas primaria y secundaria del tramo anterior y del siguiente se unen por arcos de círculo. Los puntos límites que deben unirse están situados en las perpendiculares a los respectivos tramos trazadas desde el punto de recorrido a los bordes exteriores. Cada arco de círculo tiene su centro en el punto en que la bisectriz de la recta entre los dos puntos límites respectivos intersecta la perpendicular del tramo anterior. Véase la Figura III-2-2-1.

*Nota.*— Cuando las anchuras de área del tramo anterior y del siguiente son iguales, el centro de los arcos de círculo estará en el punto de recorrido.

### 2.2.3 Protección del límite interior del viraje

2.2.3.1 El límite interior del viraje se determina uniendo las respectivas áreas primaria y secundaria antes y después del punto de recorrido. El punto de intersección del borde del área primaria del tramo anterior, en el interior del viraje, con la perpendicular al tramo siguiente trazada desde el punto de recorrido, se conecta mediante una recta al punto de intersección del borde del área primaria del tramo siguiente con la perpendicular al tramo anterior, trazada desde el punto de recorrido. El mismo método se aplica para unir el borde de las áreas secundarias del interior del viraje. Véase la Figura III-2-2-1.

## 2.3 MÉTODO DE ESPIRAL DE VIENTO/CÍRCULOS LIMITADORES

### 2.3.1 Protección del límite exterior del viraje

2.3.1.1 *Área primaria*. El límite de la espiral de viento más desfavorable se empleará para la protección exterior. Esto puede suponer el empleo de hasta tres espirales de viento. Hay dos casos para conectar el área primaria que resulta de la espiral de viento con el área primaria del tramo siguiente:

- a) si el área primaria que resulta de la espiral de viento queda comprendida dentro del área primaria del tramo siguiente, estas áreas quedarán unidas por una línea a 15° de la derrota nominal del tramo siguiente tangente a la espiral de viento. Véanse las Figuras III-2-2-6, III-2-2-7, III-2-2-9, III-2-2-10, III-2-2-11 y III-2-2-12; y

*Nota.— En el caso de un tramo DF, la derrota nominal que debe considerarse es la última derrota nominal determinada por una línea trazada desde el punto de recorrido siguiente tangente a la espiral de viento más desfavorable proveniente del área primaria. Véanse las Figuras III-2-2-6, III-2-2-7, III-2-2-9, III-2-2-10 y III-2-2-11.*

- b) si el área primaria resultante queda fuera del área primaria del tramo siguiente, estas áreas quedarán unidas por una línea a 30° de la derrota nominal del tramo siguiente tangente a la espiral de viento. Véanse las Figuras III-2-2-2, III-2-2-3, III-2-2-4, III-2-2-5 y III-2-2-8.

2.3.1.2 Además, para los virajes de paso, a fin de proteger la aeronave dentro del margen de velocidad requerido, el límite exterior del área primaria se extiende del modo siguiente:

- a) para los virajes menores o iguales a 90° el área primera se extiende por una paralela a la derrota de acercamiento y una paralela al tramo subsiguiente tangente a la espiral de viento determinada por la velocidad máxima. Véanse las Figuras III-2-2-2 y III-2-2-5; y
- b) para los virajes mayores de 90° el área primaria se extiende por una paralela y una perpendicular a la derrota de acercamiento tangente a la espiral de viento determinada por la velocidad máxima. Véase la Figura III-2-2-4.

2.3.1.3 *Área secundaria.* El área secundaria se aplicará a todos los virajes, con la condición que el área secundaria exista en el punto de viraje. El área secundaria tiene una anchura constante durante el viraje que es igual a la anchura de área del área secundaria en el punto de viraje posterior. Si el límite del área secundaria asociado con el viraje queda dentro del área de protección correspondiente asociada con el segmento subsiguiente, el límite se ensancha a un ángulo de 15° desde la derrota nominal después del viraje.

2.3.1.4 *Área de protección convergente.* Si el área de protección converge hacia un punto de recorrido y el punto de viraje posterior está situado después del punto de recorrido, el área de protección mantendrá el valor de la anchura de área en el punto de recorrido hasta el punto de viraje posterior. Véase la Figura III-2-2-3.

### 2.3.2 Protección del límite interior del viraje

A la protección del lado interior del viraje se aplican las siguientes reglas:

- a) si el borde del área primaria/secundaria del tramo anterior (en el punto de viraje anterior) está situado dentro del área primaria/secundaria del tramo siguiente, el borde primario/secundario se ensanchará a 15° hasta la derrota nominal del tramo siguiente desde el punto de viraje anterior más limitativo. Véanse las Figuras III-2-2-3, III-2-2-6, III-2-2-7, III-2-2-9, III-2-2-10, III-2-2-11 y III-2-2-12; y

*Nota.— En el caso de un tramo DF, la derrota nominal que debe considerarse es la derrota nominal anterior determinada por una línea trazada desde el punto de recorrido siguiente hasta el punto de viraje anterior más limitativo fuera del área primaria. Véanse las Figuras III-2-2-6, III-2-2-7, III-2-2-9, III-2-2-10 y III-2-2-11.*

- b) si el borde del área primaria/secundaria del tramo anterior (en el punto de viraje anterior) está situado fuera del área primaria/secundaria del tramo siguiente, el borde primario/secundario se unirá en A/2 a la derrota nominal del tramo siguiente desde el punto de viraje anterior más limitativo. Véanse las Figuras III-2-2-2, III-2-2-3, III-2-2-4, III-2-2-5 y III-2-2-8.

### 2.3.3 Determinación de los puntos de viraje anterior y posterior

2.3.3.1 La situación de los puntos de viraje anterior y posterior se determinará dependiendo del tipo de recorrido/aplicación de viraje que figura en la Tabla III-2-2-1.

2.3.3.2 *Parámetros de viraje.* Los parámetros de viraje para determinar el punto de viraje anterior y el posterior pueden encontrarse en los criterios generales, Parte I, Sección 2, Capítulo 3, 3.1.2, “Parámetros de viraje” excepto para la distancia de inicio del viraje, que es específica para el viraje de paso RNAV. Este parámetro se determina del siguiente modo:

para determinar el punto de viraje anterior: Distancia de inicio del viraje =  $r \tan \frac{A}{2}$ ;

para determinar el punto de viraje posterior: Distancia de inicio del viraje =  $\text{Min} \left[ r \tan \frac{A}{2}, r \right]$ ;

Donde A es el cambio del ángulo de derrota y r es el radio del viraje.

## 2.4 MÉTODO DE VIRAJE RF

### 2.4.1 Generalidades

2.4.1.1 Un viraje de radio constante al punto de referencia es una trayectoria circular de radio constante (véase la Figura III-2-2-13) determinada por el:

- punto tangencial al fin del viraje;
- centro del viraje;
- radio del viraje;
- valor XTT; y
- valor intermedio (BV), donde BV se define en la Tabla III-1-1-2, para aplicaciones RNAV, y en la Tabla III-1-7-1, para aplicaciones RNP.

2.4.1.2 El valor del radio del viraje para las fases de vuelo de llegada, aproximación y salida se determina como sigue:

$$r = (V + V_w)^2 / 127094 \cdot \tan \theta \quad r \text{ en km; } V \text{ y } V_w \text{ en km/h}$$

$$r = (V + V_w)^2 / 68626 \cdot \tan \theta \quad r \text{ en NM; } V \text{ y } V_w \text{ en kt}$$

donde:

V es la velocidad aerodinámica verdadera máxima de la aeronave

$V_w$  es la velocidad máxima del viento

$\theta$  es el ángulo de inclinación lateral máximo para la fase de vuelo (que se supone es igual al ángulo de inclinación lateral medio alcanzado, tal como se describe en los capítulos correspondientes a las diferentes fases de vuelo, más 5°).



### 2.4.2 Protección del límite exterior del viraje

2.4.2.1 *Área primaria.* El borde exterior del área primaria lo determina el segmento de un círculo:

- a) con centro en el punto O (centro del viraje);
- b) que tiene un radio  $r + [0,75 \cdot XTT + BV/2] / \cos 45^\circ$ ; y
- c) que está delimitado por los bordes de los tramos en línea recta adyacentes (puntos J y M en la Figura III-2-2-13).

2.4.2.2 *Área secundaria.* El borde exterior del área secundaria lo determina un segmento de un círculo desplazado a una distancia de  $0,75 \cdot XTT + BV/2$  desde el borde exterior del área primaria y paralelo al mismo.

### 2.4.3 Protección del límite interior del viraje

2.4.3.1 *Área primaria.* El borde interior del área primaria lo determina el segmento de un círculo:

- a) con centro en el punto I a una distancia de  $[0,75 \cdot XTT + (BV/2) / \cos 45^\circ]$  desde el centro del viraje (punto O);
- b) que tiene un radio  $r$ ; y
- c) que está delimitado por los bordes de los tramos en línea recta adyacentes (puntos P y R en la Figura III-2-2-13).

2.4.3.2 *Área secundaria.* El borde interior del área secundaria lo determina un segmento de un círculo desplazado a una distancia de  $0,75 \cdot XTT + BV/2$  desde el borde interior del área primaria y paralelo al mismo.

## 2.5 EVALUACIÓN DE OBSTÁCULOS

2.5.1 *Identificación de la línea KK'.* La línea KK' es perpendicular a la derrota de vuelo del tramo de acercamiento y está situada en el punto de viraje anterior. Esta línea la determina el fin del tramo en línea recta antes del viraje y se emplea para medir las distancias hasta los obstáculos. En los virajes en ascenso (salida y aproximación frustrada), la distancia medida es siempre la más corta desde el comienzo del viraje hasta el obstáculo.

2.5.2 *Identificación de la línea NN'N''.* La línea NN'N'' es el primer punto de referencia de descenso. Para los virajes en un punto de recorrido de paso, en que se ha determinado un punto de referencia de escalón de descenso, el primer punto de referencia de descenso no está situado juntamente con el punto de viraje anterior. La línea NN' se construye perpendicular al tramo anterior a una distancia igual a ATT antes del punto de recorrido. La línea N'N'' está desplazada con respecto a la bisectriz a una distancia igual a ATT en la dirección del tramo anterior, medida perpendicularmente a la bisectriz. N' marca la intersección entre las dos líneas. La distancia al obstáculo desde el primer descenso se mide desde la línea NN'N'' perpendicular a la bisectriz. Véanse las Figuras III-2-2-2, III-2-2-4 y III-2-2-5.

2.5.3 Los obstáculos que están cercanos, situados a una distancia  $d_o \leq 9,3$  km (5,0 NM), no es necesario considerarlos al determinar la altitud/altura mínima (MA/H) del tramo después del punto de recorrido de paso cuando la elevación del obstáculo es menor o igual a:

$$\text{Max. Elev}_{\text{Obst}} \leq \text{OCA} - d_o \times 0,15$$

donde:

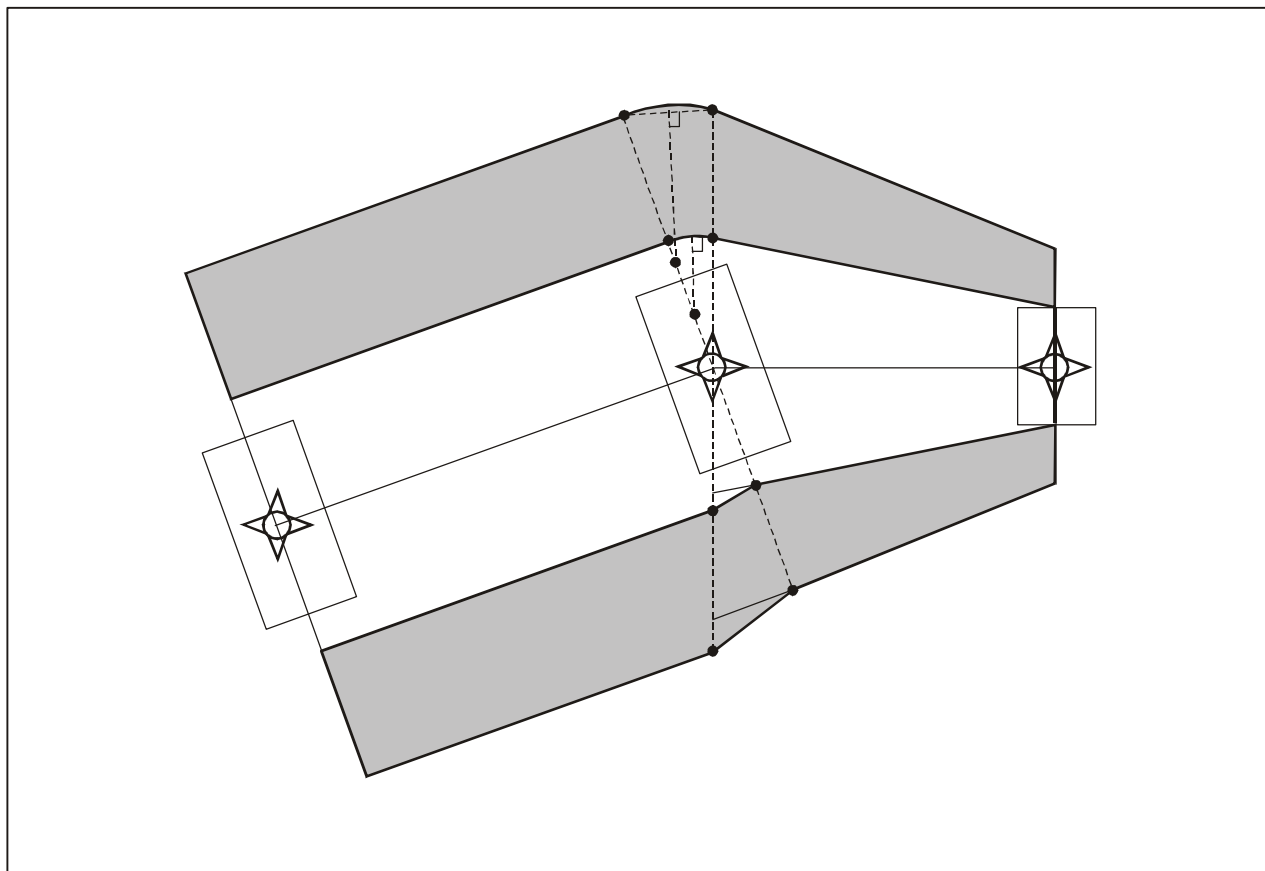
$d_0$  = distancia del obstáculo hasta la línea NN'N'' medida perpendicularmente a la bisectriz del viraje

MOC = MOC del área primaria del tramo anterior al punto de recorrido.

OCA = altitud de franqueamiento de obstáculos del tramo anterior al punto de recorrido

**Tabla III-2-2-1. Determinación del primer y del último punto de viraje**

<i>Tipo de punto de recorrido</i>	<i>Criterios para los puntos de viraje anterior y posterior</i>
De sobrevuelo (Figuras III-2-2-3, III-2-2-6 y III-2-2-7)	Anterior: ATT antes del punto de recorrido. Posterior: ATT + tiempo de reacción del piloto + retardo de ángulo de inclinación lateral
De paso (Figuras III-2-2-2, III-2-2-4 y III-2-2-5)	Anterior: ATT+ distancia de inicio del viraje antes del punto de recorrido Posterior: Distancia de inicio de viraje – ATT – tiempo de reacción del piloto. (Si el valor es negativo, el punto está más allá del punto de recorrido).
Salida TA/H seguida de un tramo CF (Figura III-2-2-8)	Anterior: 600 m desde el extremo de comienzo de la pista. (El comienzo de la pista disponible para despegue/TORA). Posterior: El punto en que la superficie, que comienza a 5 m por encima del DER, alcanza la altitud requerida, en la PDG prescrita + tiempo de reacción del piloto + retardo de ángulo de inclinación lateral.
Salida TA/H seguida de un tramo DF (Figura III-2-2-9)	Anterior: 600 m desde el extremo de comienzo de la pista. (El comienzo de la pista disponible para despegue/TORA). Posterior: El punto en que la superficie, que comienza a 5 m por encima del DER, alcanza la altitud requerida, en la PDG prescrita + tiempo de reacción del piloto + retardo de ángulo de inclinación lateral.
TA/H aproximación frustrada (Figura III-2-2-10)	Anterior: ATT antes del MAPt. (Lo normal es que la aeronave no vire antes del MAPt aun cuando se encuentre bien por encima de la altitud requerida. Es necesaria una nota al respecto en la IAC). Posterior: El punto en que la superficie, comenzando en el SOC, alcanza la altitud requerida, a una gradiente de ascenso de 2,5% a menos que diga otra cosa + tiempo de reacción del piloto + retardo de ángulo de inclinación lateral.
Viraje en el MAPt (Figuras III-2-2-11 y III-2-2-12)	Anterior: ATT antes del MAPt. Posterior: SOC + tiempo de reacción del piloto + retardo de ángulo de inclinación lateral.



**Figura III-2-2-1. Ángulo de viraje pequeño — método de arco de círculo**

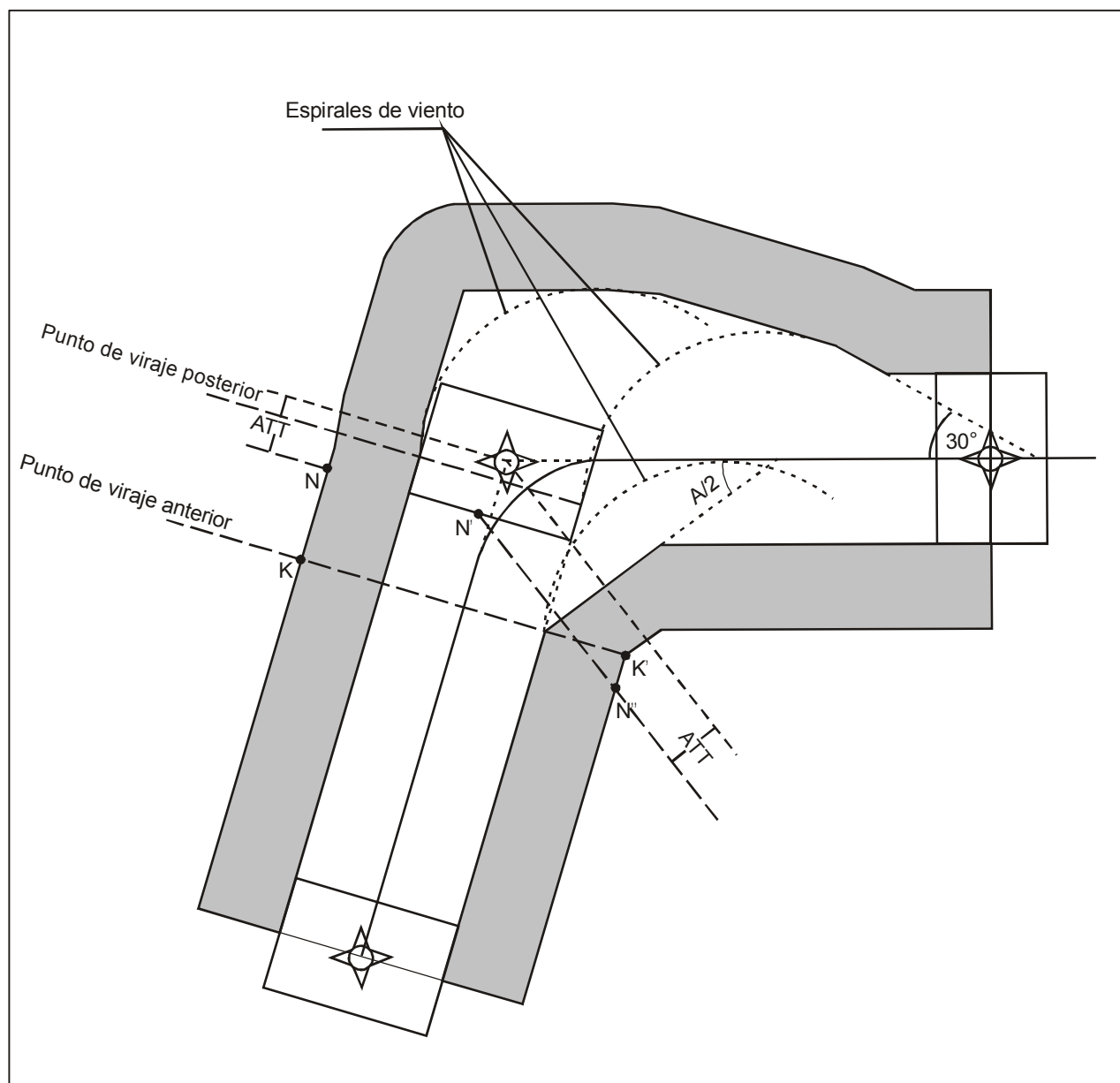
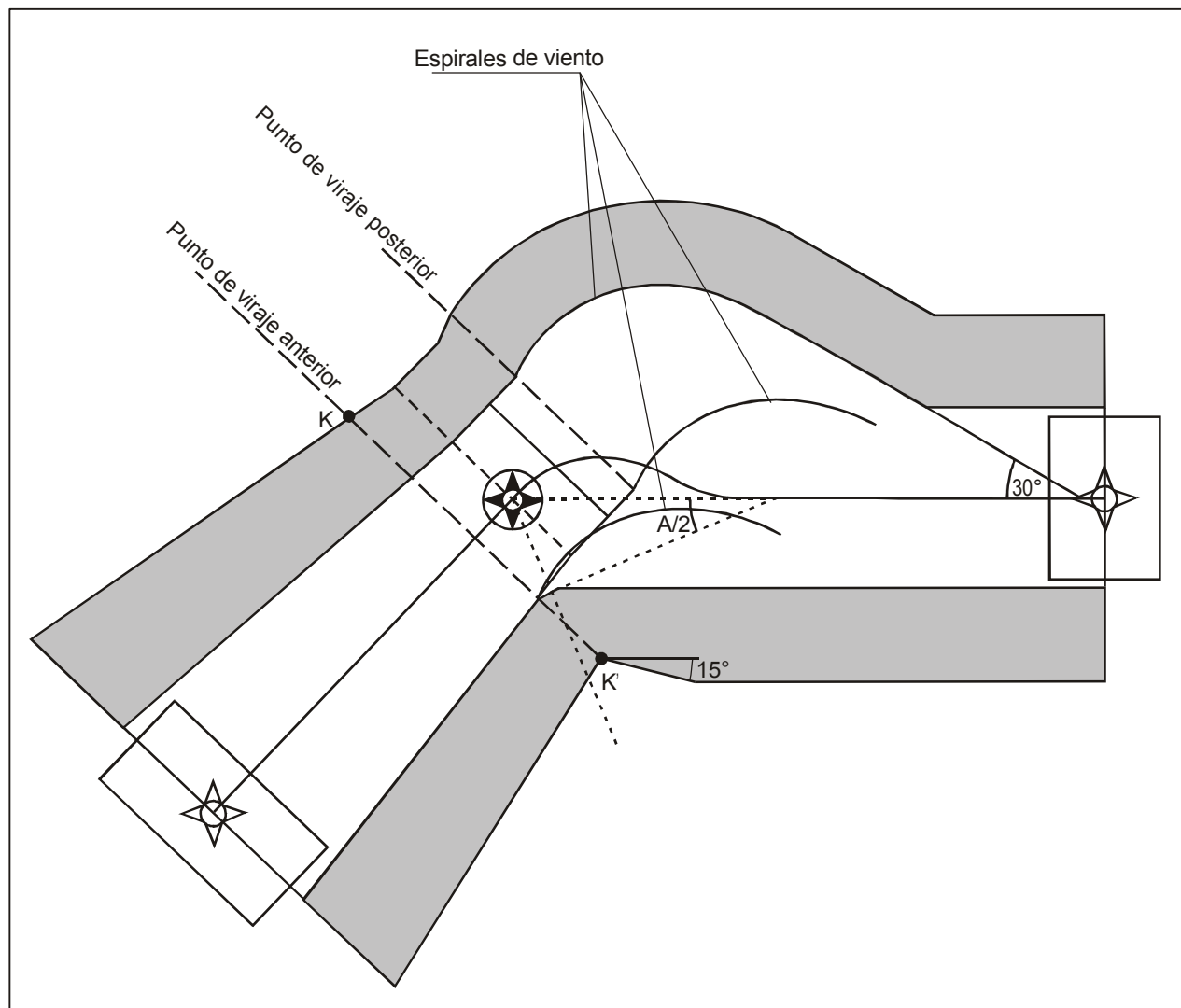


Figura III-2-2-2. Viraje de paso — área primaria/secundaria fuera del viraje



**Figura III-2-2-3. Viraje de sobrevuelo con un tramo TF después del viraje —  
área secundaria interior en el lado interno del viraje**

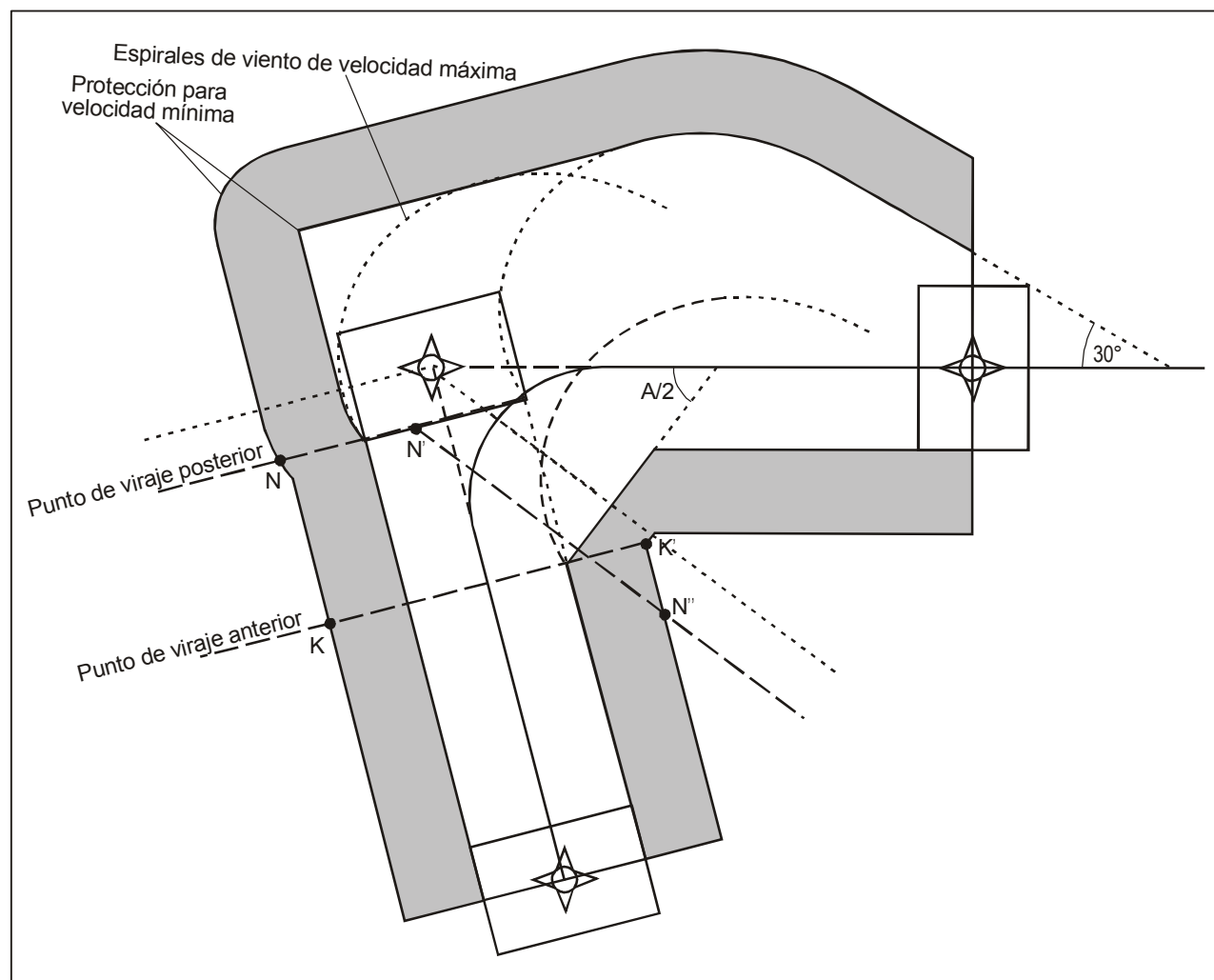


Figura III-2-2-4. Línea  $NN'N''$  — viraje de paso con ángulo  $> 90^\circ$

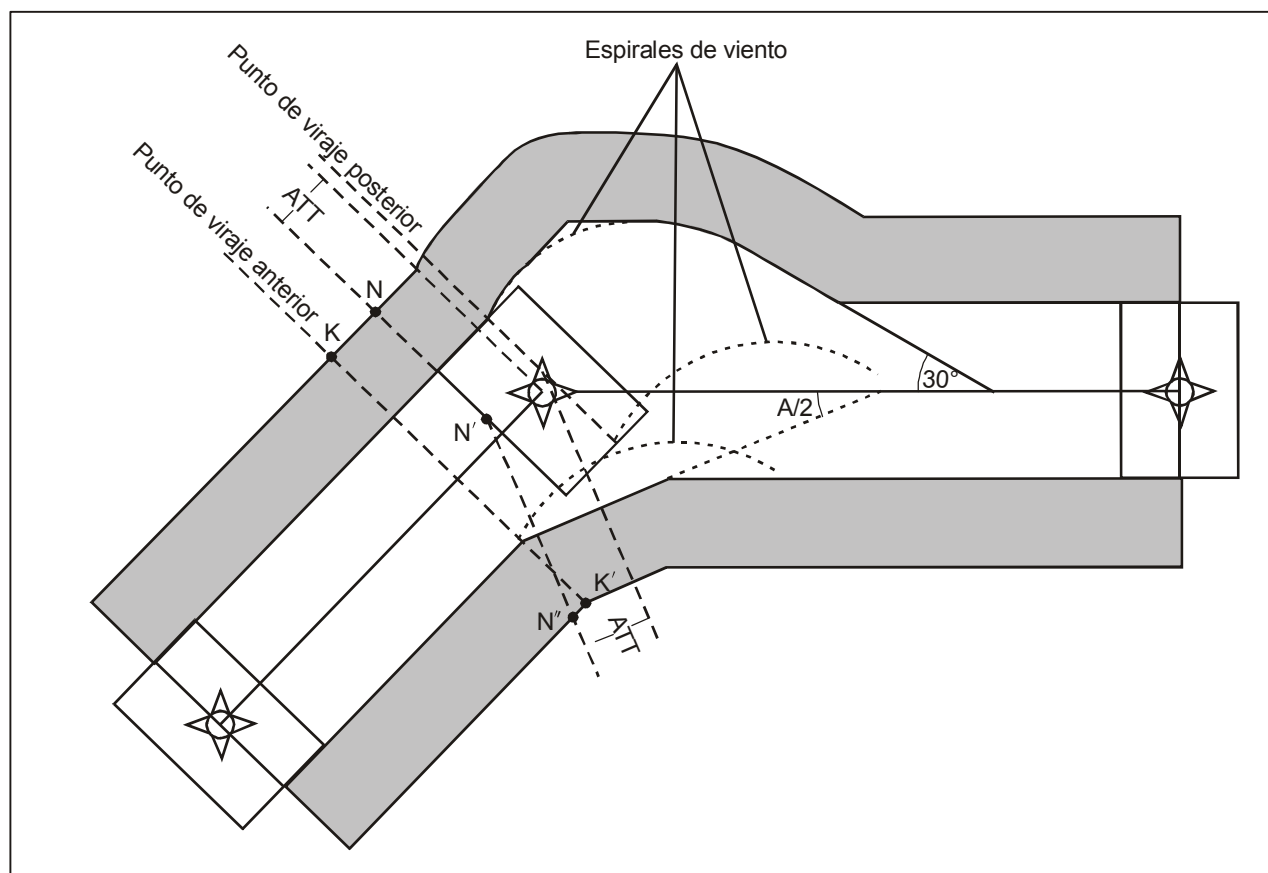
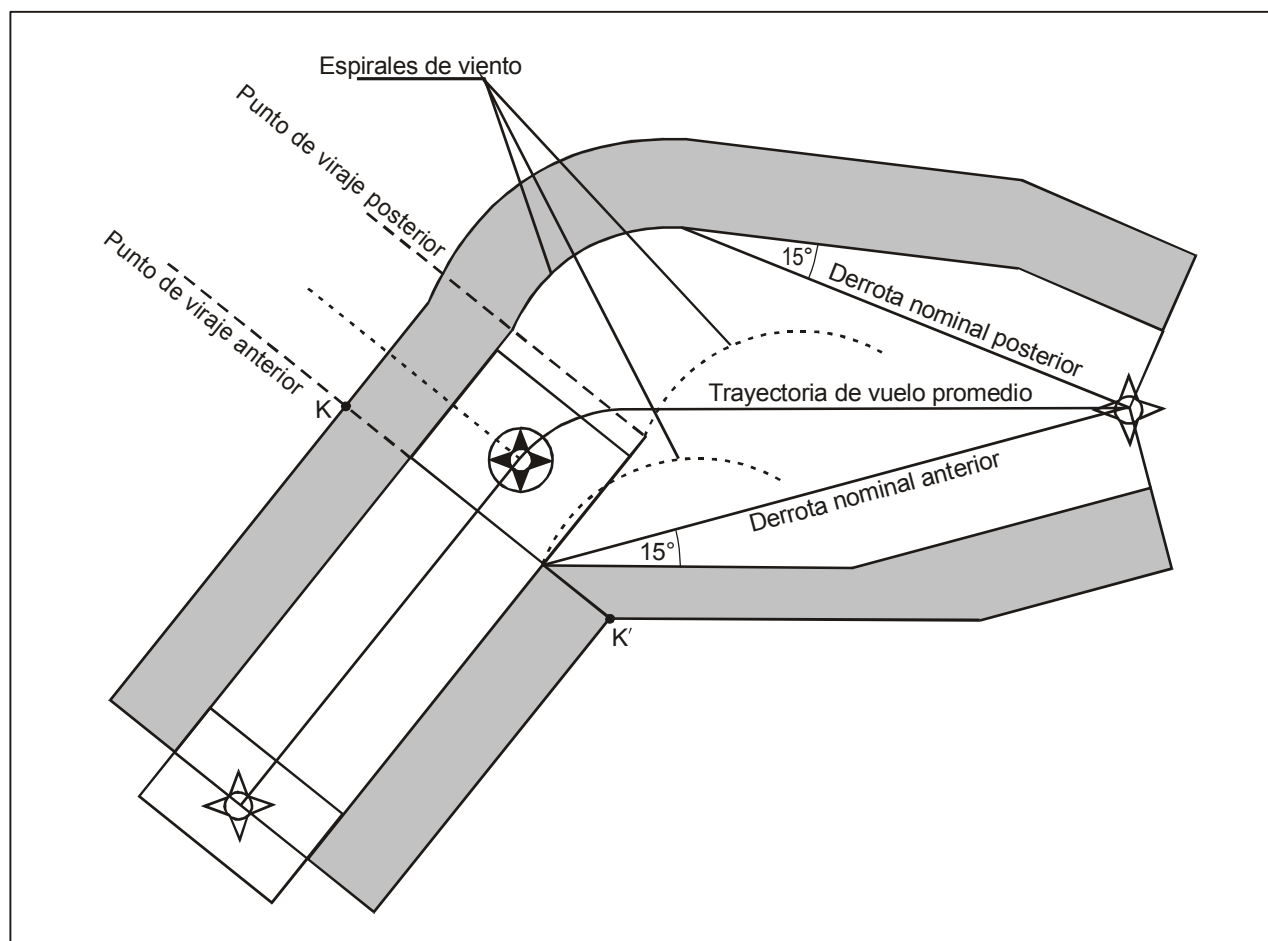


Figura III-2-2-5. Línea NN'N'' — viraje de paso con ángulo  $\leq 90^\circ$



**Figura III-2-2-6. Viraje de sobrevuelo seguido de un tramo DF — ángulo de viraje pequeño**



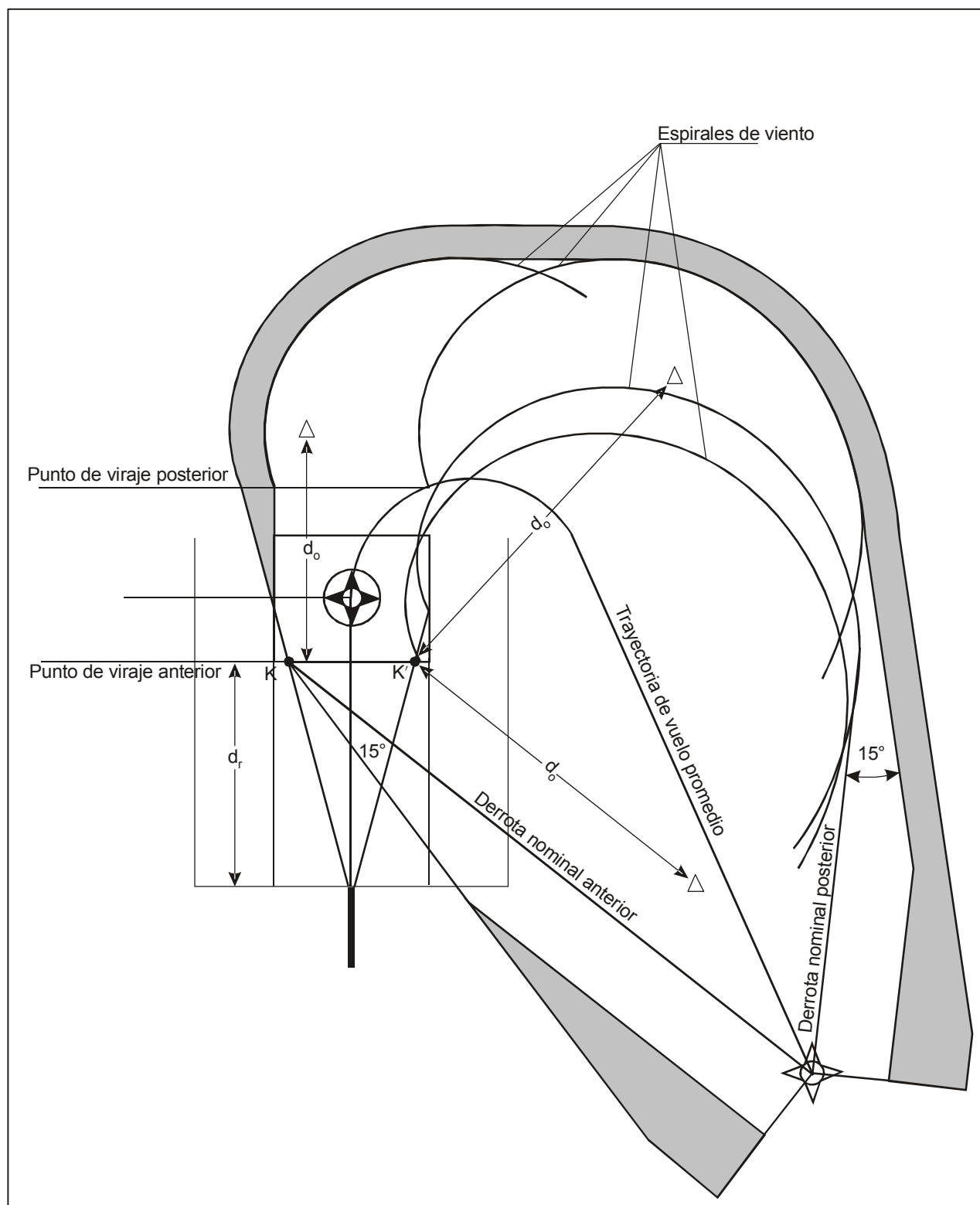
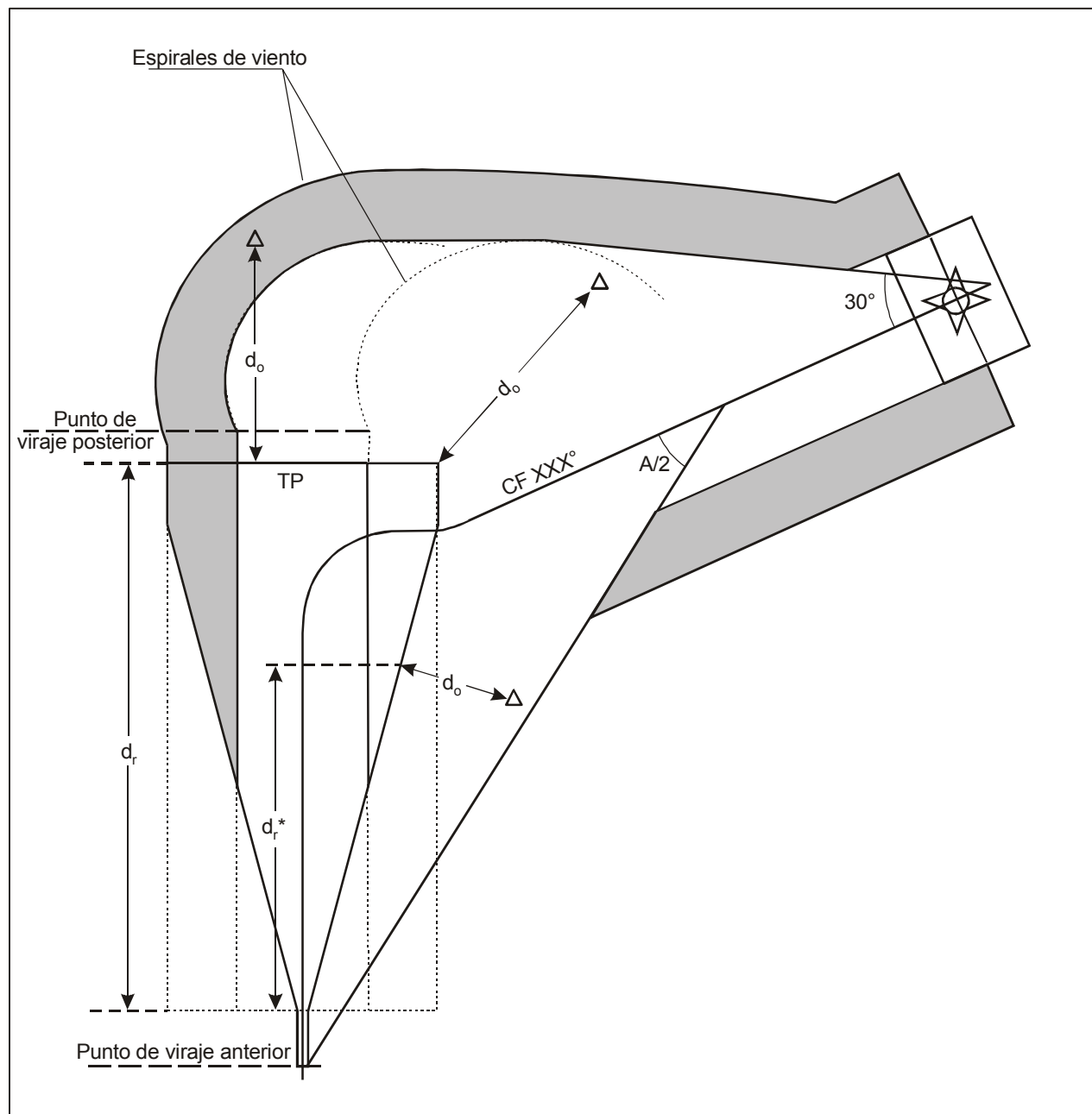


Figura III-2-2-7. Viraje de sobrevuelo seguido de un tramo DF — ángulo de viraje grande



**Figura III-2-2-8. Altitud/altura de viraje seguido de un tramo CF**

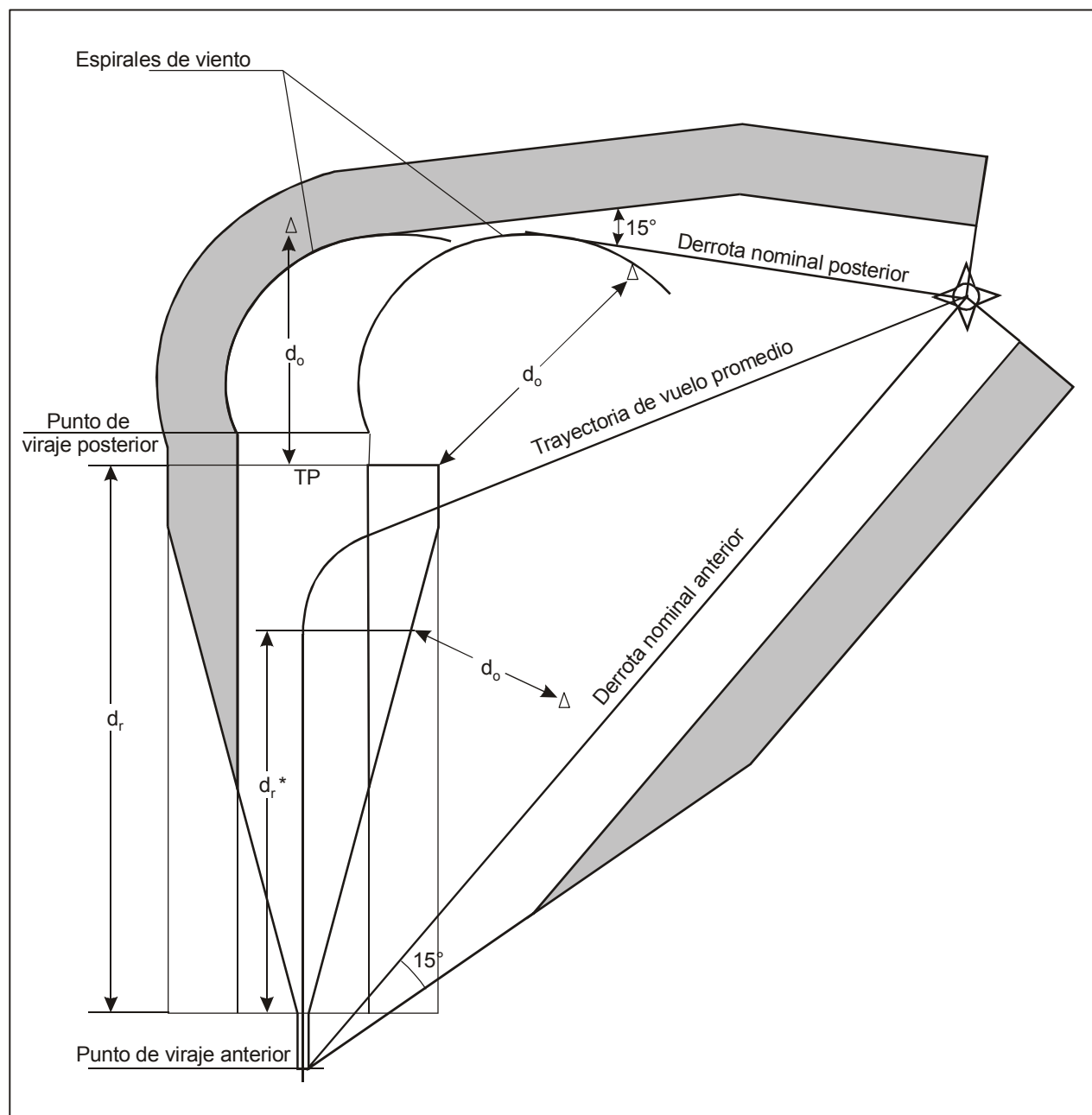
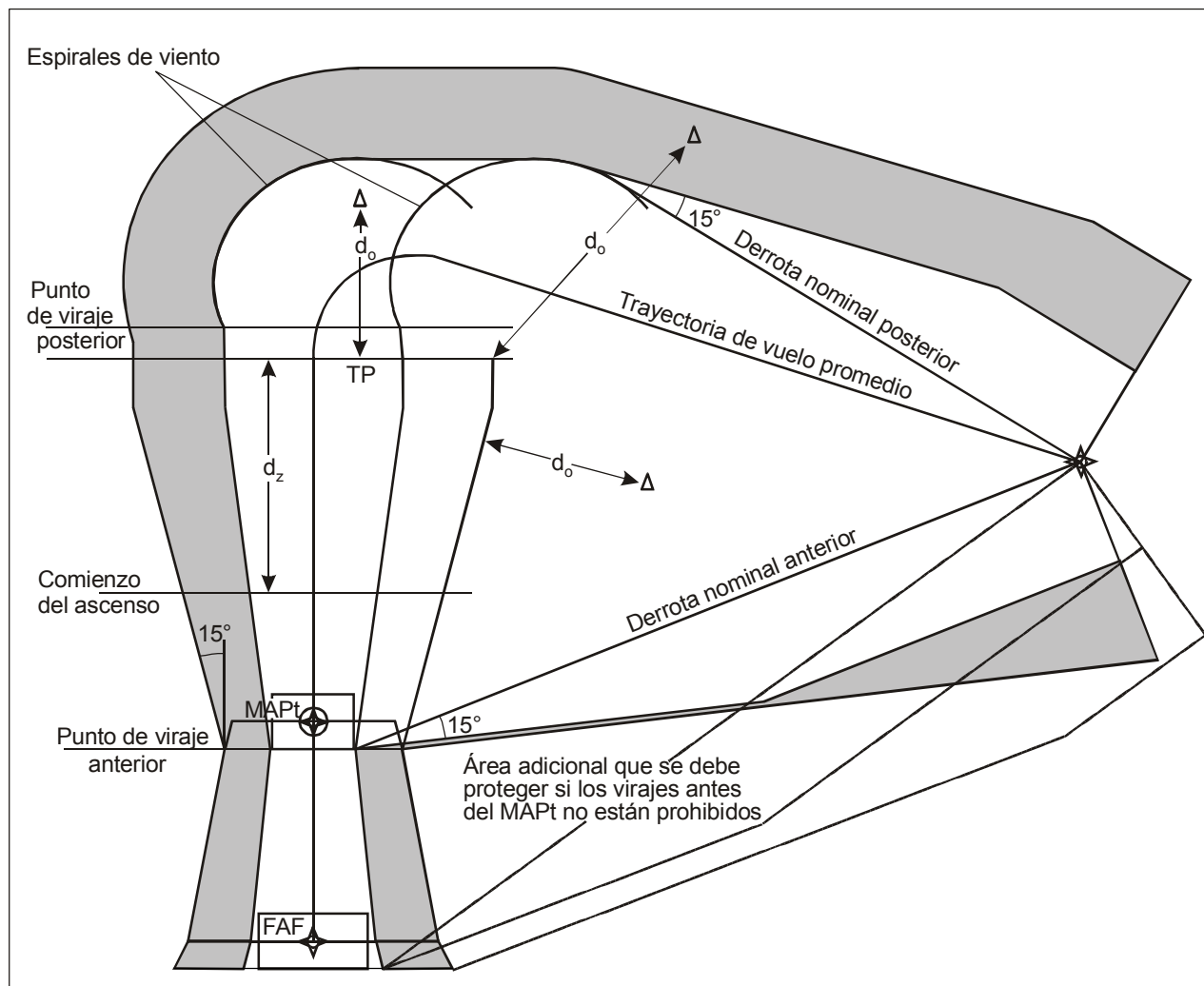


Figura III-2-2-9. Altitud/altura de viraje seguido de un tramo DF



**Figura III-2-2-10. Altitud/altura de viraje de aproximación frustrada seguido de un tramo DF**

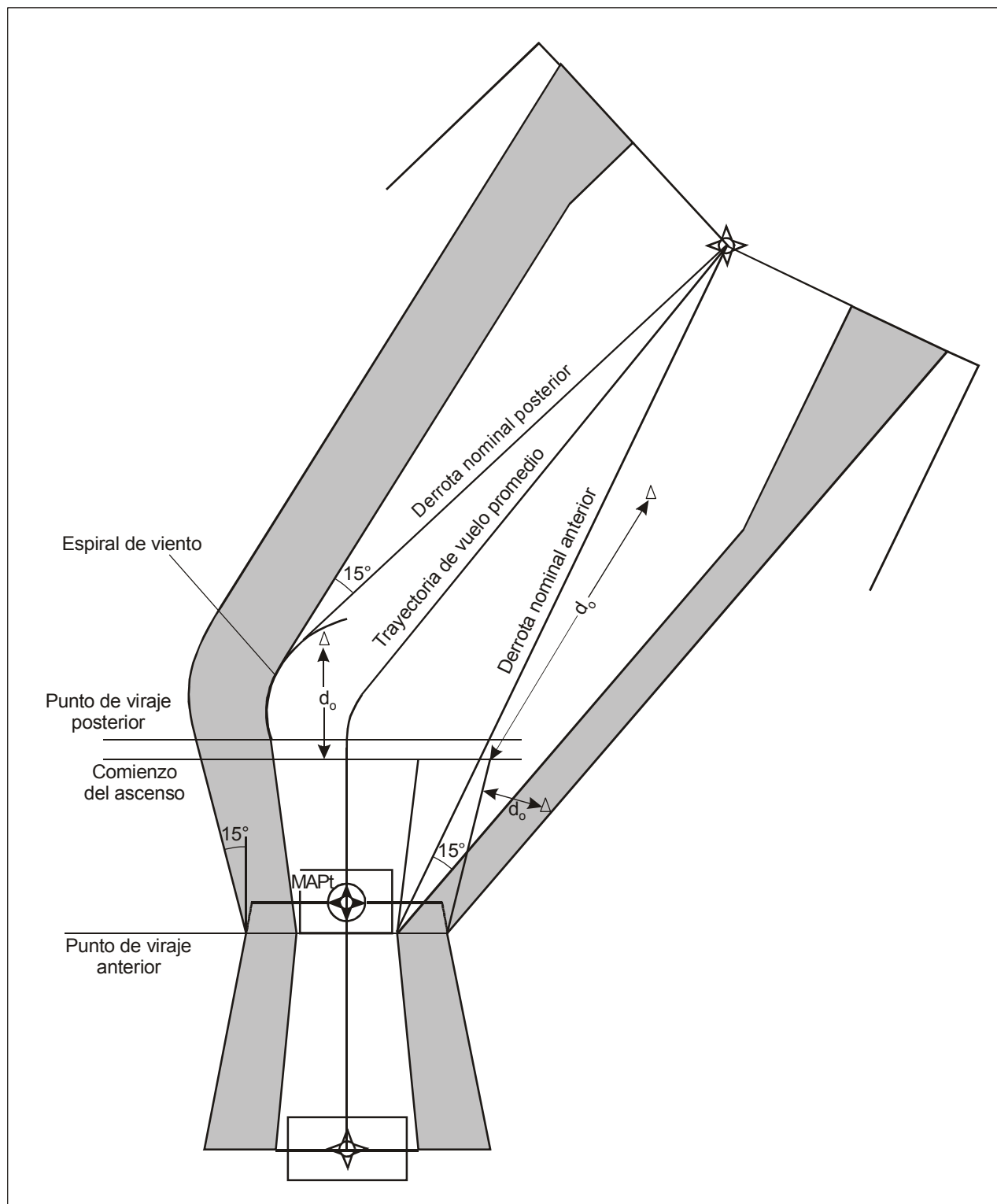
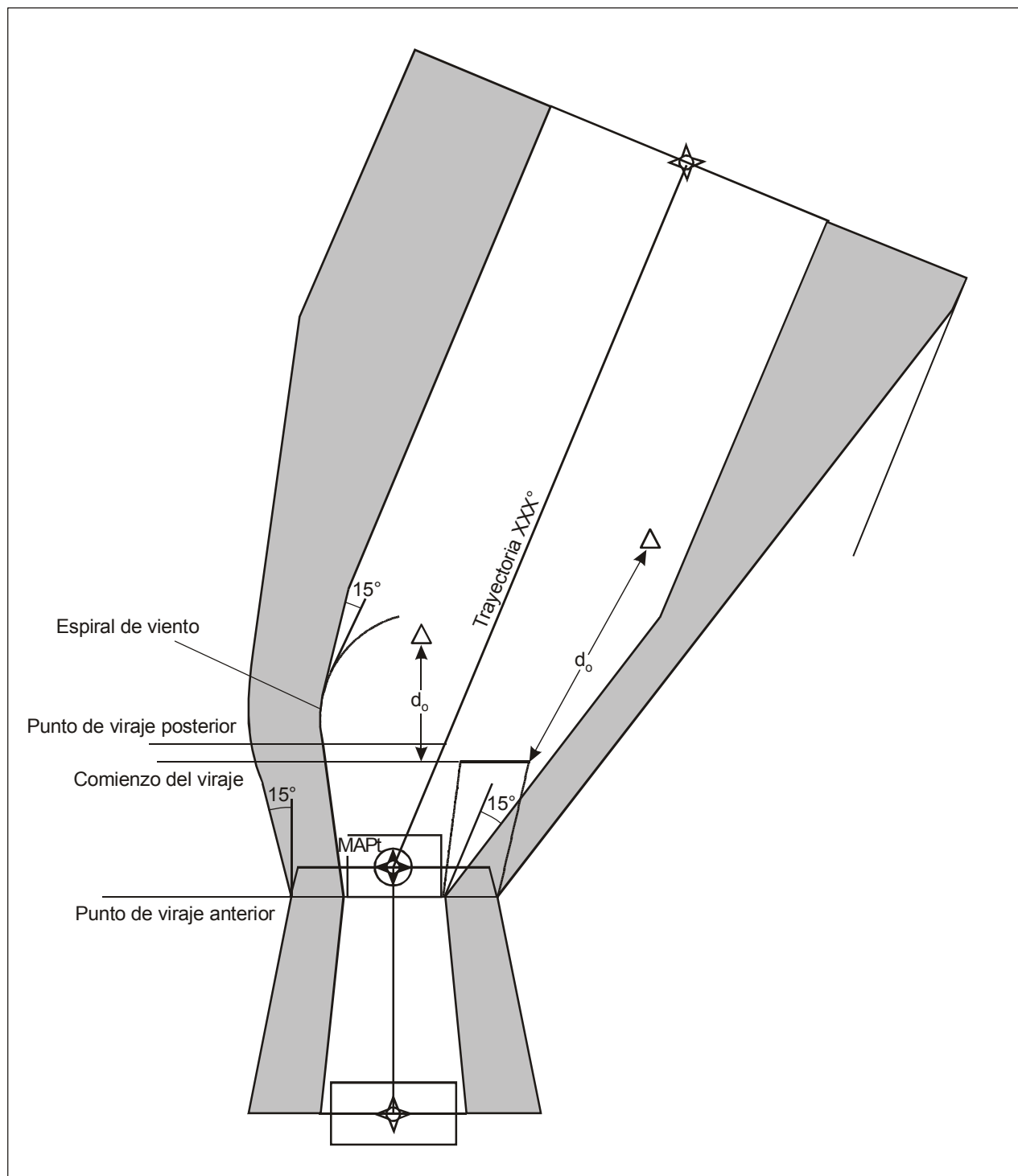


Figura III-2-2-11. Viraje de aproximación frustrada en el MAPt seguido de un tramo DF



**Figura III-2-2-12. Viraje de aproximación frustrada en el MAPt seguido de un tramo TF o CF**

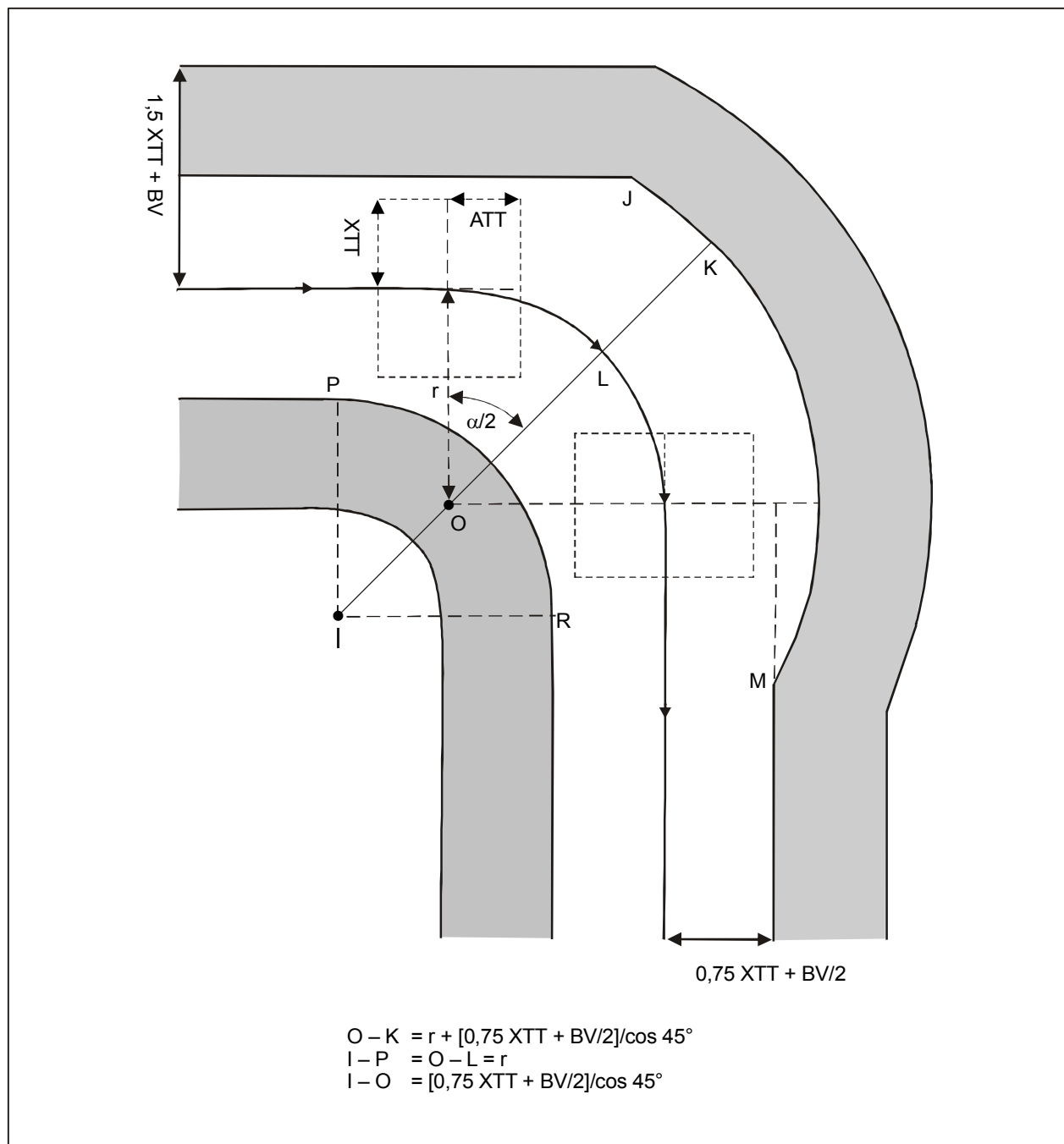


Figura III-2-2-13. Protección de viraje RF





## **Capítulo 3**

# **CONSTRUCCIÓN DE PROCEDIMIENTOS RNAV CON BARRAS “T” O “Y”**

### **3.1 CONCEPTO GENERAL**

3.1.1 *Introducción.* Un procedimiento RNAV de aproximación que no es de precisión o un APV que incorpora una disposición en barra T o Y se basa en un tramo final alineado con la pista, precedido por un tramo intermedio y hasta tres tramos iniciales dispuestos a cada lado y a lo largo de la derrota de aproximación final para formar una T o una Y (véanse las Figuras III-2-3-1 y III-2-3-2).

3.1.2 *Región de captación.* Una disposición en barra T o Y permite entrar directamente al procedimiento desde cualquier dirección, siempre que la entrada se realice desde la región de captación asociada a un IAF. Una región de captación se define en términos de un ángulo incluido en el IAF (véanse las Figuras III-2-3-1 y III-2-3-2).

3.1.3 Los tramos iniciales laterales se basan en diferencias de rumbo de 70° a 90° con respecto a la derrota del tramo intermedio. Esta disposición garantiza que el cambio de rumbo en el IAF que exige la entrada desde una región de captación no sea superior a 110°.

3.1.4 El tramo inicial central puede comenzar en el IF.

3.1.5 Cuando no se proporcione alguno de los IAF desplazados, no se dispondrá de una entrada directa desde todas las direcciones. En estos casos puede preverse un circuito de espera en el IAF para permitir la entrada al procedimiento mediante un viraje reglamentario.

3.1.6 Pueden proporcionarse altitudes de llegada a terminal (TAA) para facilitar el descenso y la entrada al procedimiento. (Véase el Capítulo 4).

3.1.7 El IAF, el IF y el FAF se definen mediante puntos de recorrido de paso. El tramo de aproximación frustrada comienza con un punto de recorrido de sobrevuelo (MAPt) y finaliza en el punto de referencia de espera en aproximación frustrada (MAHF). Para el caso de aproximaciones frustradas con viraje, también puede establecerse un punto de referencia para viraje en aproximación frustrada (MATF) para definir el punto de viraje.

3.1.8 Las anchuras de área se determinan de acuerdo con las tolerancias aplicables al sistema de navegación asociado al procedimiento.

### **3.2 TRAMO DE APROXIMACIÓN INICIAL**

3.2.1 *Alineación.* Los IAF desplazados están situados de tal forma que se requiere un cambio de rumbo de 70° a 90° en el IF. La región de captación para derrotas de acercamiento al IAF desplazado se extiende 180° alrededor del IAF, proporcionando una entrada en línea recta cuando el cambio de rumbo en el IF es de 70° o más. El IAF central está normalmente alineado con el tramo intermedio; su región de captación es de 70° a 90° a cada lado de la derrota del tramo inicial, siendo el ángulo idéntico al cambio de rumbo en el IF para el correspondiente IAF desplazado. (Véanse las Figuras III-2-3-1 y III-2-3-2). Para virajes superiores a 110° en los IAF, deberían utilizarse las entradas por el sector 1 ó 2 (véase la Figura III-2-3-3).

3.2.2 *Longitud.* Los tramos de aproximación inicial carecen de longitud máxima. La longitud óptima es de 9,3 km (5,0 NM) [Cat H, 5,5 km (3,0 NM)]. La longitud mínima del tramo no será inferior a la distancia requerida por la velocidad de aproximación inicial más alta (véanse las Tablas III-2-3-1 y III-2-3-2) para la categoría más rápida de aeronave para la cual se haya diseñado la aproximación. Esta distancia es la suma de las distancias mínimas de estabilización requeridas en el IAF y en el IF, que pueden obtenerse de la Tabla III-2-1-3 o de la Tabla III-2-1-9.

*Nota.*— La longitud óptima de 9,3 km (5,0 NM) garantiza la longitud mínima del tramo requerida para aeronaves con IAS de hasta 390 km/h (210 kt) por debajo de 3 050 m (10 000 ft).

3.2.3 *Pendiente de descenso.* La pendiente de descenso óptima es del 4% (Cat H, 6,5%). Cuando sea necesaria una pendiente mayor para evitar obstáculos, la pendiente máxima admisible será del 8% (Cat H, 10%). La pendiente de descenso se basa en la distancia de derrota (TRD) más corta posible para la categoría más rápida de aeronave, y no en la longitud del tramo.

3.2.4 *Cálculo de la distancia de derrota (TRD).* La TRD entre dos puntos de recorrido de paso se define como la longitud del tramo reducida por la distancia de estabilización en ambos virajes ( $r \tan \theta/2$ ) y aumentada por la distancia recorrida en el viraje desde la transversal al punto de recorrido hasta el punto de tangencia ( $2\pi r \times 0,5 \theta/360$ ).

$$\text{TRD} = \text{longitud del tramo} - r(\tan\theta_1/2 + \tan\theta_2/2) + \pi r (\theta_1 + \theta_2)/360$$

donde:

- $\theta_1$  = ángulo de viraje (grados) al comienzo del tramo
- $\theta_2$  = ángulo de viraje (grados) al final del tramo
- $r$  = radio de viraje de ángulo de inclinación lateral de 25°

Ejemplo para un primer viraje de 110° y un segundo viraje de 70°:

$$\text{TRD} = \text{longitud del tramo} - 0,56r$$

3.2.5 *Tramos más cortos de aproximación inicial.* Para los tramos de aproximación inicial desplazada, la distancia de derrota más corta posible tendrá lugar cuando se realice un viraje de 110° en el IAF y un viraje de 70° en el IF para un procedimiento en barra Y, y cuando se realice un viraje de 90° en el IAF o en el IF para un procedimiento en barra T. Para el tramo central de aproximación inicial, la distancia de derrota más corta posible tendrá lugar cuando se realice un viraje de 90° en el IAF.

3.2.6 *Altitud de entrada al procedimiento.* Se entra al procedimiento a la altitud mínima de sector de 46 km (25 NM) o a la altitud de llegada a terminal. Cuando el punto de recorrido de aproximación inicial forme parte de una ruta aérea, se debería entrar al procedimiento a la altitud mínima en ruta aplicable al tramo de ruta.

3.2.7 *Procedimientos de inversión.* Cuando se han aplicado los tres trayectos del tramo inicial, no es necesario efectuar procedimientos de inversión. Si no se implementa uno de los trayectos, puede establecerse un circuito de hipódromo en uno de los otros IAF, o en ambos. En caso de que el trayecto del IAF central sea uno de los restantes, su región de captación se ajustará para dar cabida a entradas normales por sector en un procedimiento de inversión (véase la Figura III-2-3-3).

3.2.8 *Espera.* Podrá preverse un circuito de espera en cualquier IAF, que deberá estar alineado con la derrota del tramo inicial.

### 3.3 TRAMO DE APROXIMACIÓN INTERMEDIA

3.3.1 *Alineación.* El tramo de aproximación intermedia debería estar alineado con el tramo de aproximación final siempre que sea posible. Si fuera necesario un viraje en el FAF, no excederá de 30°.

3.3.2 *Longitud*. El tramo intermedio consta de dos componentes — una componente de viraje junto al IF seguido de una componente en línea recta inmediatamente antes del FAF. La longitud de la componente de viraje es la distancia mínima de estabilización para el ángulo de viraje en el IF y puede determinarse a partir de las Tablas del Capítulo 1. La longitud de la componente en línea recta es variable, pero no será inferior a 3,7 km (2,0 NM) para permitir que la aeronave esté estabilizada antes del FAF.

3.3.3 *Pendiente de descenso*. Se aplican los criterios generales de la Parte I, Sección 4, Capítulo 4, 4.3.3, “Altitud/altura del procedimiento y pendiente de descenso”. Cuando se requiera un descenso, se calculará la pendiente de descenso para la distancia de derrota más corta posible de la categoría más rápida de aeronaves y no para la longitud del tramo. En cuanto a los cálculos de la TRD, véase 3.2.4.

3.3.4 Cuando tenga lugar un cambio de derrota en el FAF, la reducción de la distancia de derrota puede ignorarse ya que la diferencia no es significativa. (Ángulo máximo de viraje, 30°).

### 3.4 TRAMO DE APROXIMACIÓN FINAL

3.4.1 *Alineación*. La alineación óptima del tramo de aproximación final es el eje de la pista. Si esto no fuera posible, se aplicarán los criterios generales.

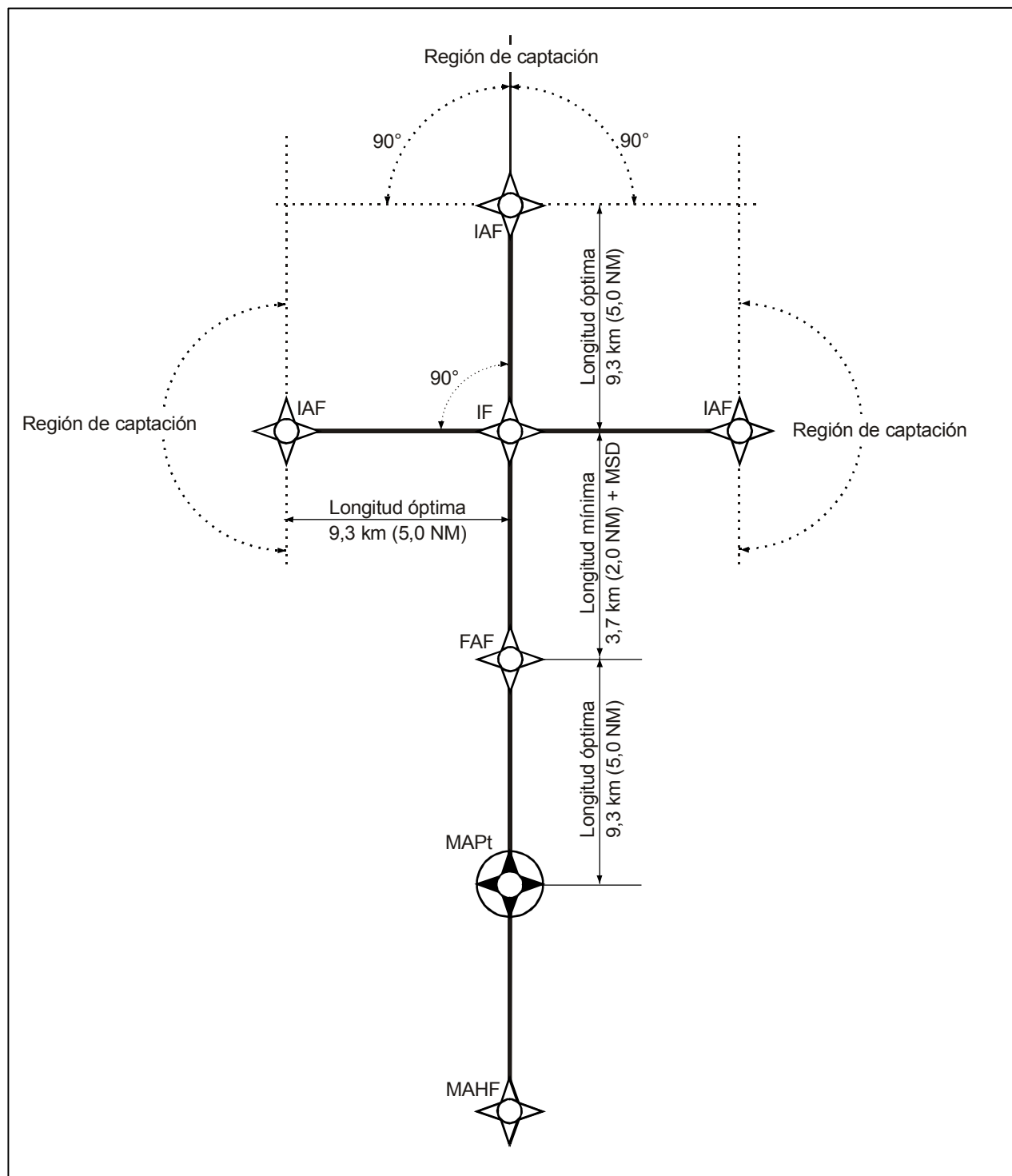
3.4.2 *Longitud*. La longitud óptima del tramo de aproximación final es de 9,3 km (5,0 NM) [Cat H, 3,7 km (2,0 NM)].

3.4.3 *Pendiente de descenso*. Se aplican los criterios generales de la Parte I, Sección 4, Capítulo 5, 5.3, “Pendiente de descenso”.

### 3.5 TRAMO DE APROXIMACIÓN FRUSTRADA

3.5.1 *Punto de aproximación frustrada*. El punto de aproximación frustrada se definirá mediante un punto de recorrido de sobrevuelo.

3.5.2 *Emplazamiento del MAPt*. Para una aproximación alineada con la pista, el punto de aproximación frustrada estará situado en el umbral o antes del mismo. Cuando el tramo final no se encuentre alineado con el eje de la pista, el emplazamiento óptimo será la intersección de la derrota de aproximación final y la prolongación del eje de la pista. (Véase la Figura III-3-3-1). A fin de prever franqueamiento de obstáculos en el área de aproximación frustrada el MAPt puede emplazarse más cerca del FAF, pero no más allá de lo necesario ni más allá del punto en que la OCH corta la trayectoria de una pendiente nominal de descenso del 5,2 %/3° a la pista.

**Figura III-2-3-1. Disposición general en barra T**

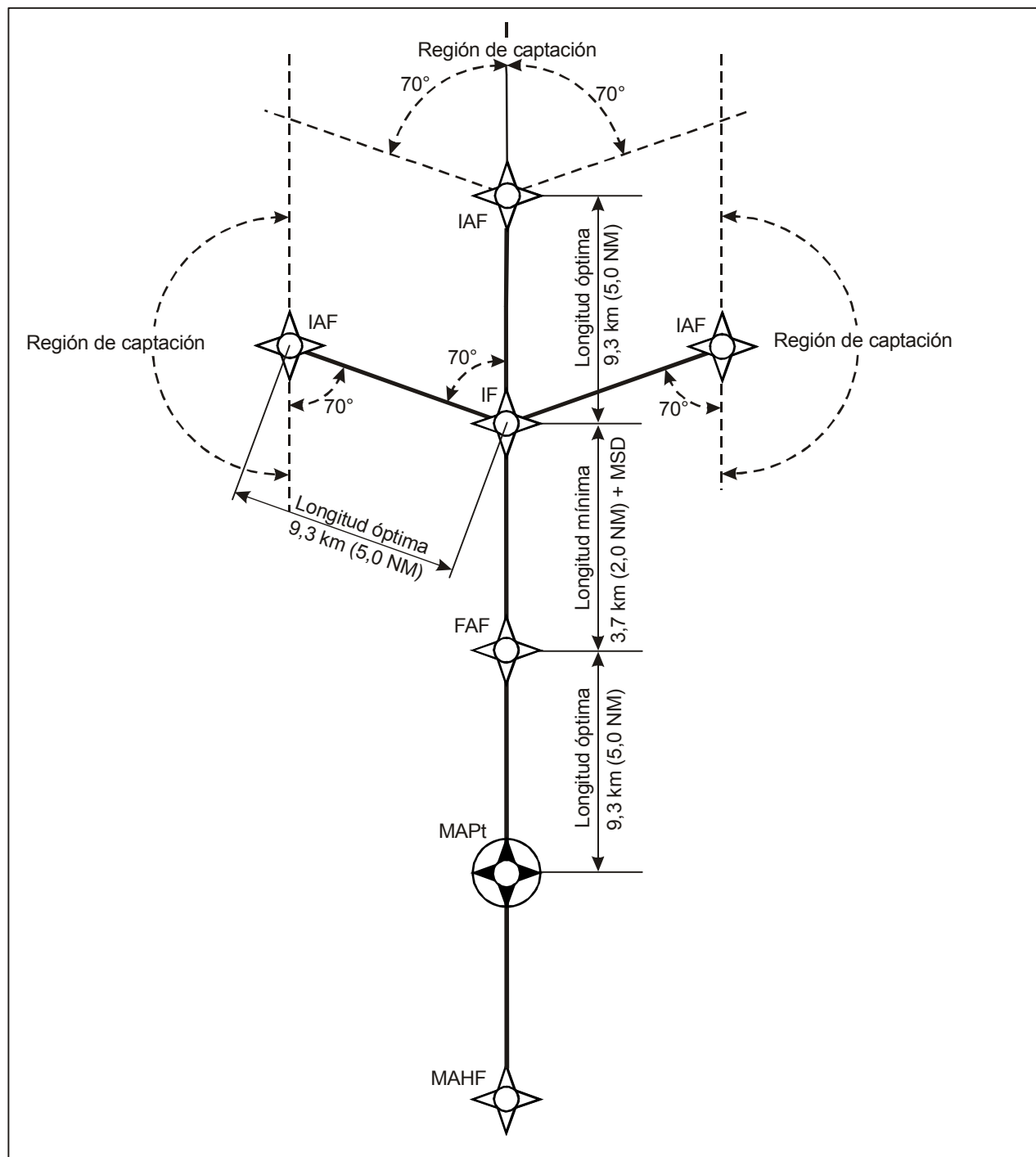
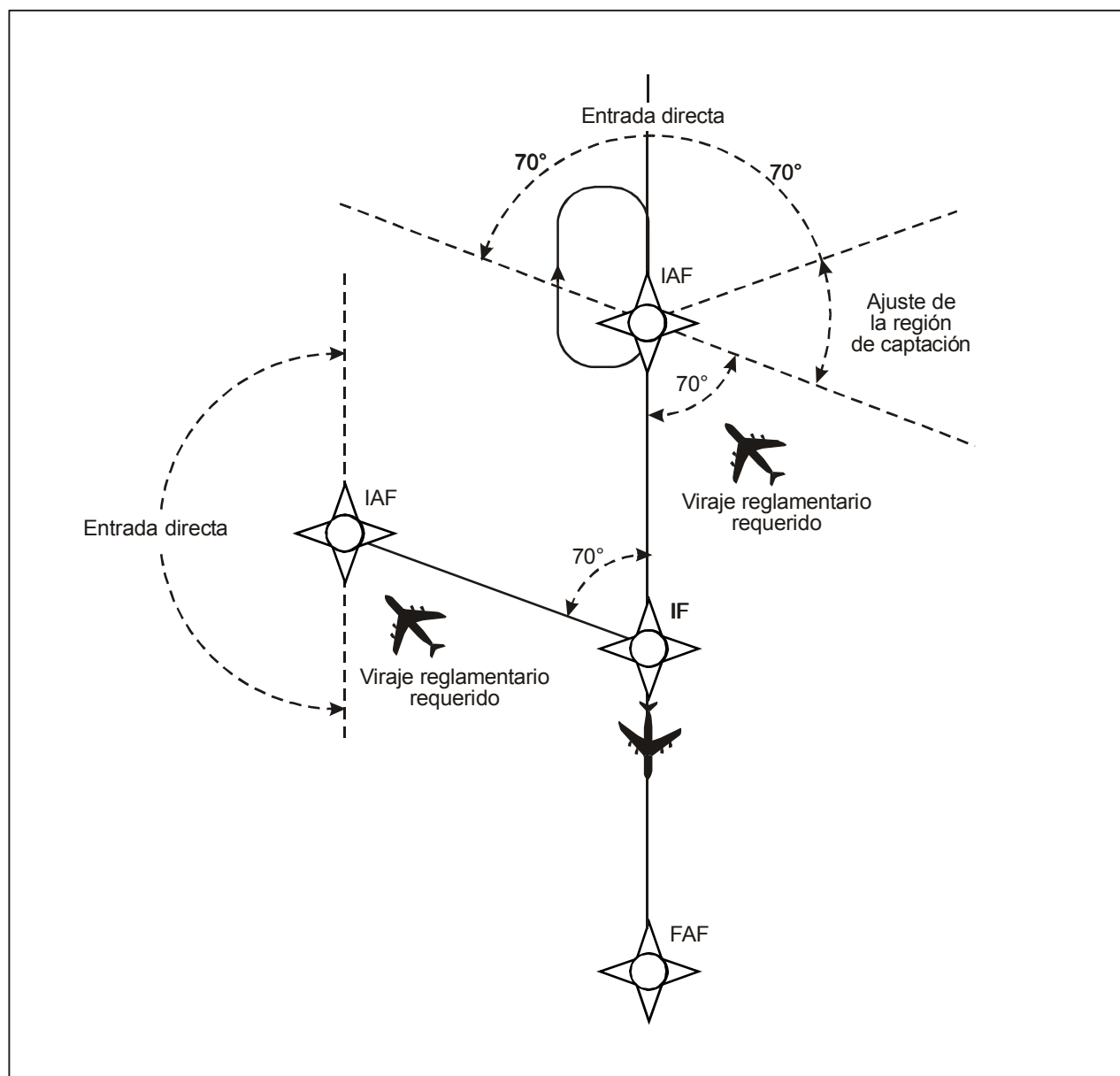


Figura III-2-3-2. Disposición general en barra Y



**Figura III-2-3-3. Procedimientos de inversión si no se proporciona desplazamiento inicial**

## Capítulo 4

### ALTITUD DE LLEGADA A TERMINAL (TAA)

#### 4.1 GENERALIDADES

4.1.1 Las altitudes de llegada a terminal (TAA) deberían establecerse para cualquier procedimiento RNAV basado en la disposición T o Y como se describe en el Capítulo 3.

4.1.2 De ser apropiado, puede establecerse la altitud mínima de sector (MSA) en lugar de las TAA para un procedimiento de aproximación por instrumentos RNAV.

4.1.3 Los puntos de referencia de la TAA son los puntos de referencia de aproximación inicial o intermedia.

4.1.4 Cada TAA se calculará teniendo en cuenta la elevación máxima en el área de que se trate, añadiendo un margen de al menos 300 m (1 000 ft) y redondeando al alza el valor resultante en incrementos de 50 m o 100 ft según corresponda. Si la diferencia entre las TAA adyacentes no es significativa (por ejemplo, del orden de 100 m o 300 ft según corresponda) podrá establecerse una altitud mínima aplicable a todas las TAA.

4.1.5 Se aplicará una altitud mínima dentro de un radio de 46 km (25 NM) de los puntos de recorrido RNAV en los que se base la aproximación por instrumentos. El margen mínimo de franqueamiento de obstáculos al sobrevolar áreas montañosas debería aumentarse por lo menos en 300 m (1 000 ft).

#### 4.2 CONSTRUCCIÓN

4.2.1 La disposición normalizada consta de tres TAA: directa, de base derecha y de base izquierda.

4.2.2 Los límites laterales de la TAA están definidos por la prolongación de los tramos iniciales de base izquierda y derecha. Los límites exteriores del área se determinan mediante arcos de 46 km (25 NM) de radio con centro en cada uno de los tres IAF o con centro en los dos IAF del área de base (izquierda y derecha), y el IF en el que no se proporciona el tramo inicial central. (Véanse las Figuras III-2-4-1 y III-2-4-2).

#### 4.3 ÁREA TOPE

Cada TAA está circundada por un área tope de 9 km (5 NM). Si los obstáculos dentro del área tope son más altos que el obstáculo más alto dentro del área TAA, la altitud mínima se calculará tomando la elevación máxima en el área tope, añadiendo un margen de al menos 300 m (1 000 ft) y redondeando el valor resultante a los 50 m o 100 ft inmediatos.

#### 4.4 ARCOS Y SUBSECTORES DE ESCALÓN DE DESCENSO TAA

4.4.1 Para tener en cuenta la diversidad del terreno, las limitaciones operacionales o las pendientes de descenso excesivas, puede definirse un límite circular adicional o “arco de escalón de descenso” dividiendo la altitud de llegada a

terminal (TAA) en dos áreas con la altitud más baja en el área interior. Además, la TAA directa puede subdividirse en subsectores radiales (véanse las Figuras III-2-4-3 a III-2-4-5).

4.4.2 Los arcos de escalón de descenso están limitados a uno por cada TAA. El arco de escalón de descenso no debería estar a menos de 19 km (10 NM) del punto de referencia en que esté centrado el arco, y a un mínimo de 19 km (10 NM) del límite de 25 NM de la TAA, a fin de evitar un subsector demasiado pequeño.

4.4.3 El área TAA directa también puede subdividirse radialmente en subsectores. El tamaño mínimo de cualquier subsector de TAA directa que contenga también un arco de escalón de descenso no será inferior a 45° de arco. El tamaño mínimo de un subsector de TAA directa que no contenga un arco de escalón de descenso no será inferior a 30° de arco.

4.4.4 Las áreas TAA de base izquierda y de base derecha solamente pueden tener arcos de escalón de descenso, y no se subdividirán más en subsectores radiales.

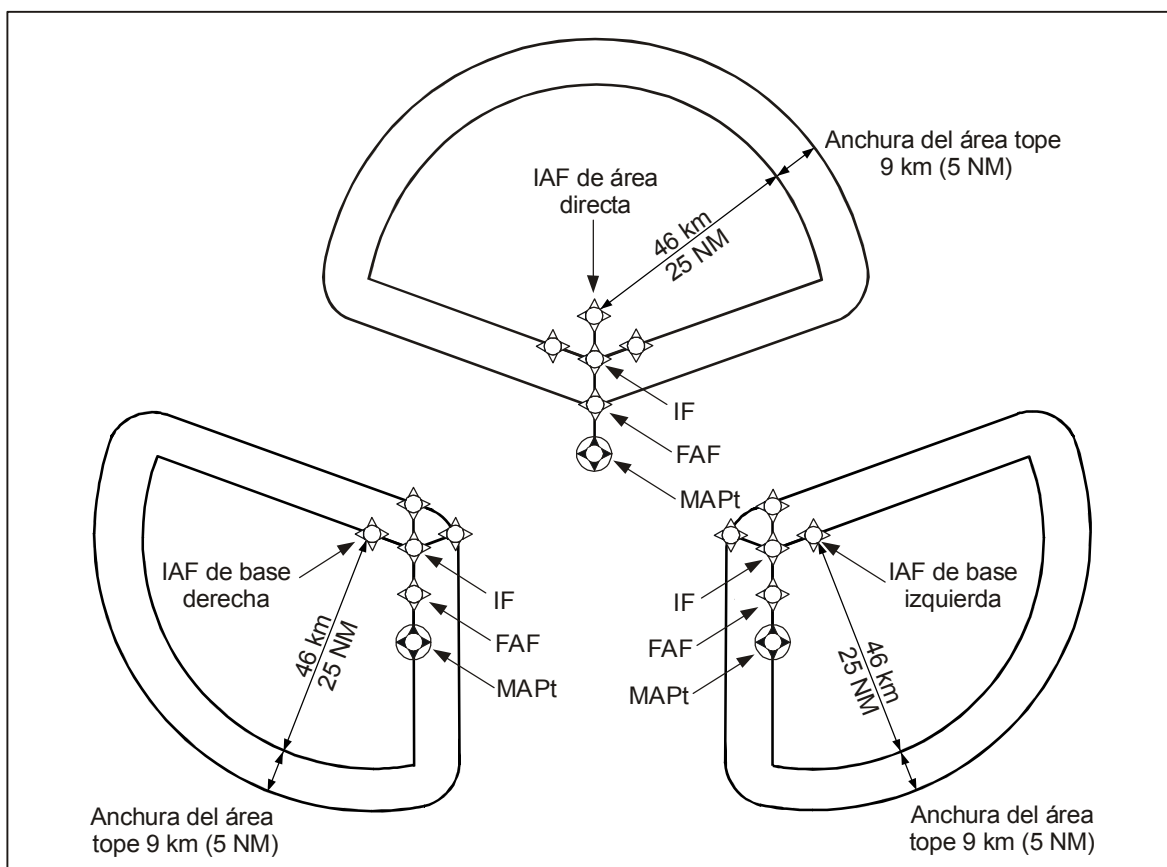
4.4.5 La anchura del área tope entre arcos de escalón de descenso adyacentes y subsectores adyacentes es de 9 km (5 NM).

## 4.5 PROMULGACIÓN

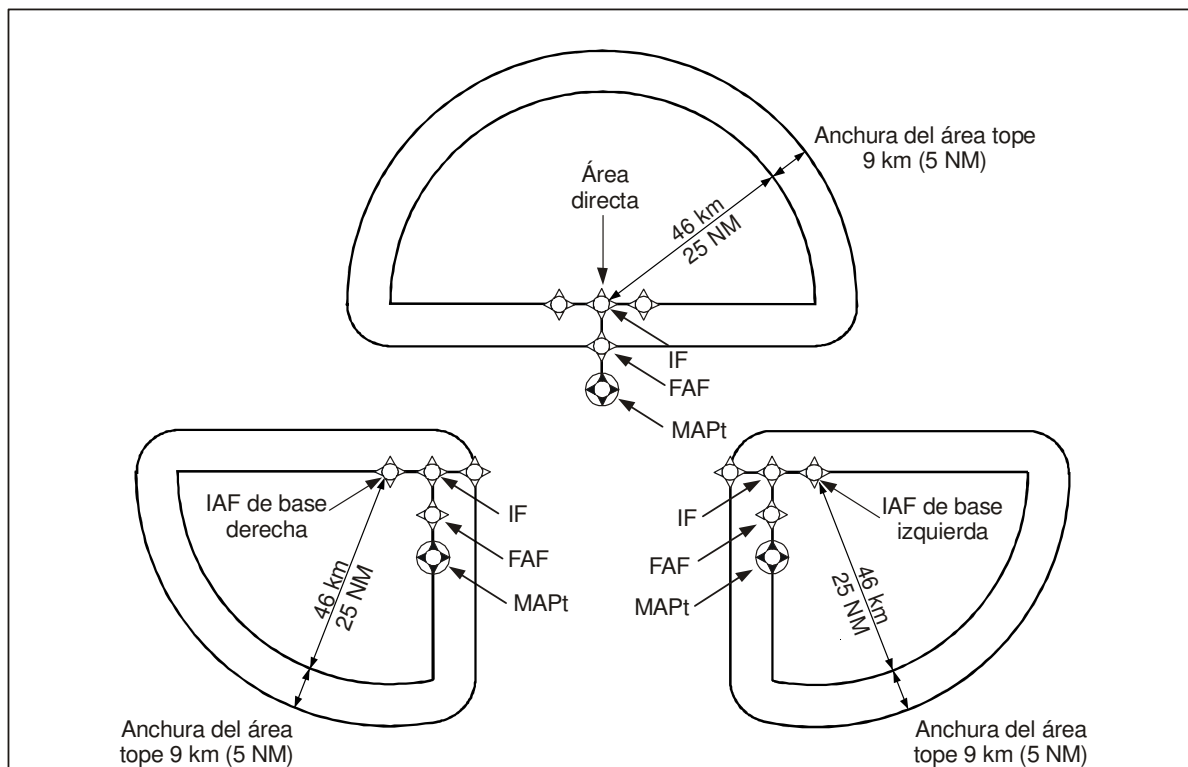
4.5.1 Las TAA se representarán en la vista en planta de las cartas de aproximación mediante el uso de “iconos” que identifiquen el punto de referencia TAA (IAF o IF), el radio desde el punto de referencia y las marcaciones de los límites de la TAA. El icono para cada área TAA estará situado y orientado en la vista en planta respecto a la dirección de llegada del procedimiento de aproximación, e indicará todas las altitudes mínimas TAA y todos los arcos de escalón de descenso correspondientes a esa área.

4.5.2 El IAF para cada TAA se identifica mediante el nombre del punto de recorrido para ayudar al piloto a orientar el icono hacia el procedimiento de aproximación. El nombre del IAF y la distancia del límite del área TAA desde el IAF se incluyen en el arco exterior del icono de área TAA. Los iconos TAA identificarán también, en caso necesario, el emplazamiento del punto de referencia intermedio mediante las letras “IF” y no mediante el identificador de punto de recorrido IF para evitar identificaciones erróneas del punto de referencia TAA y para facilitar la comprensión de la situación. (Véanse las Figuras III-2-4-3, III-2-4-4 y III-2-4-5).





**Figura III-2-4-1. Disposición en barra Y de TAA**



**Figura III-2-4-2. Disposición en barra T de TAA**

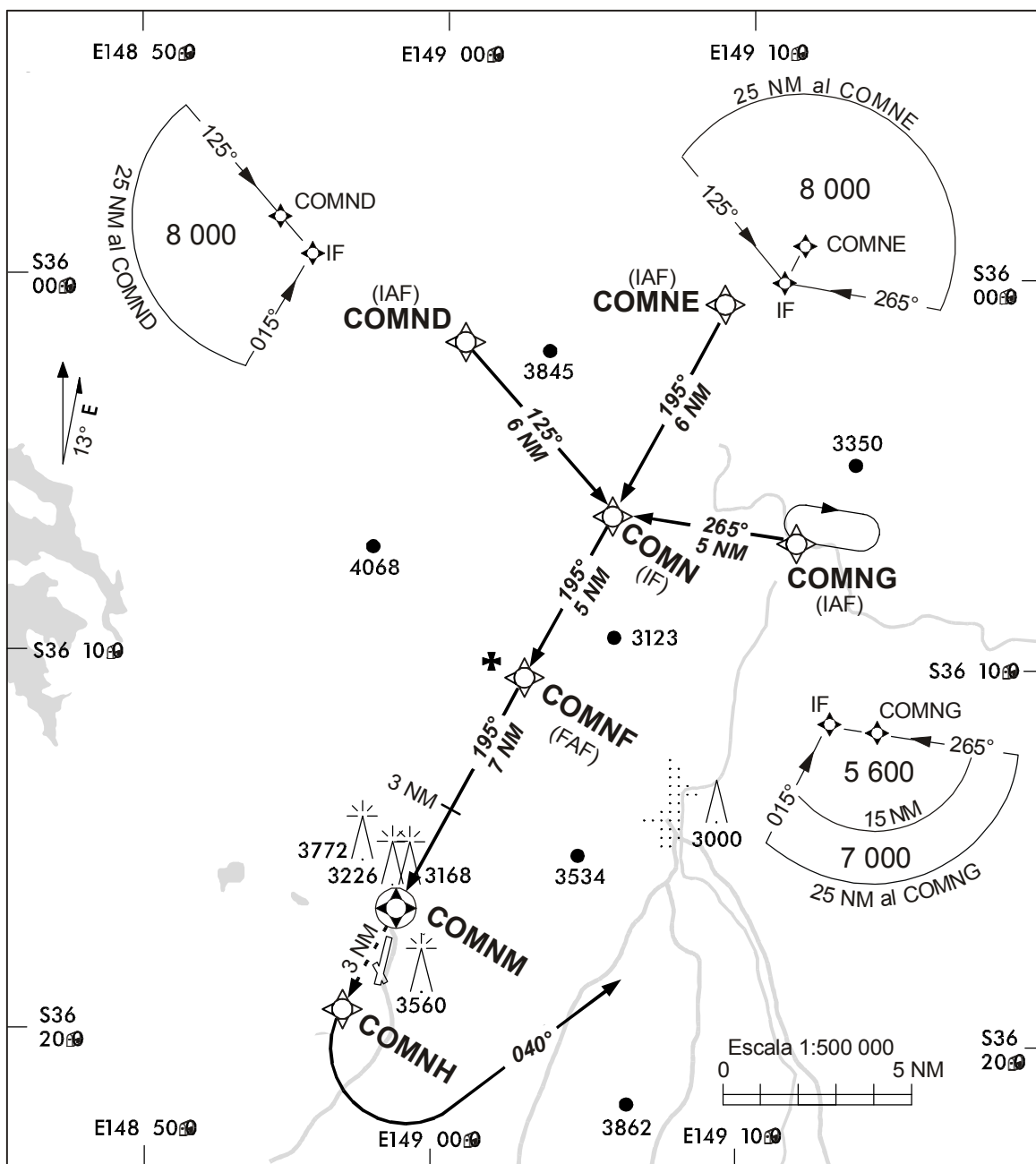


Figura III-2-4-3. Disposición de iconos en barra Y de TAA

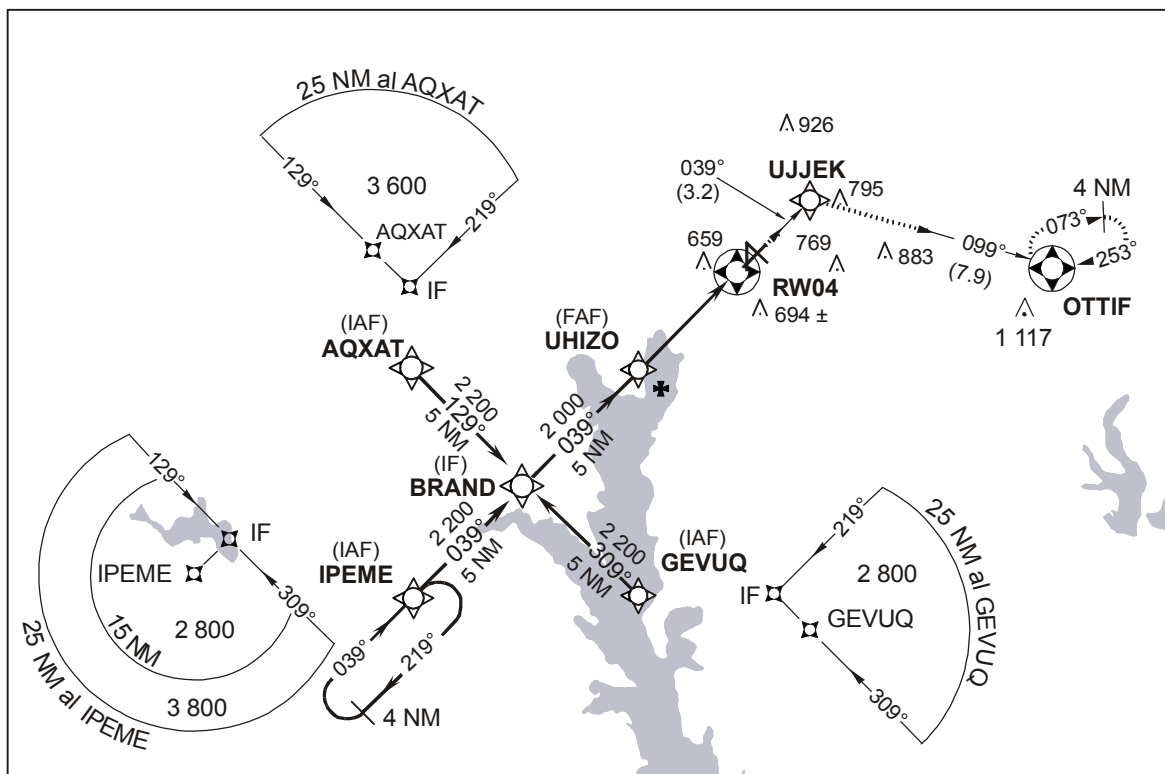


Figura III-2-4-4. Disposición de iconos en barra T de TAA

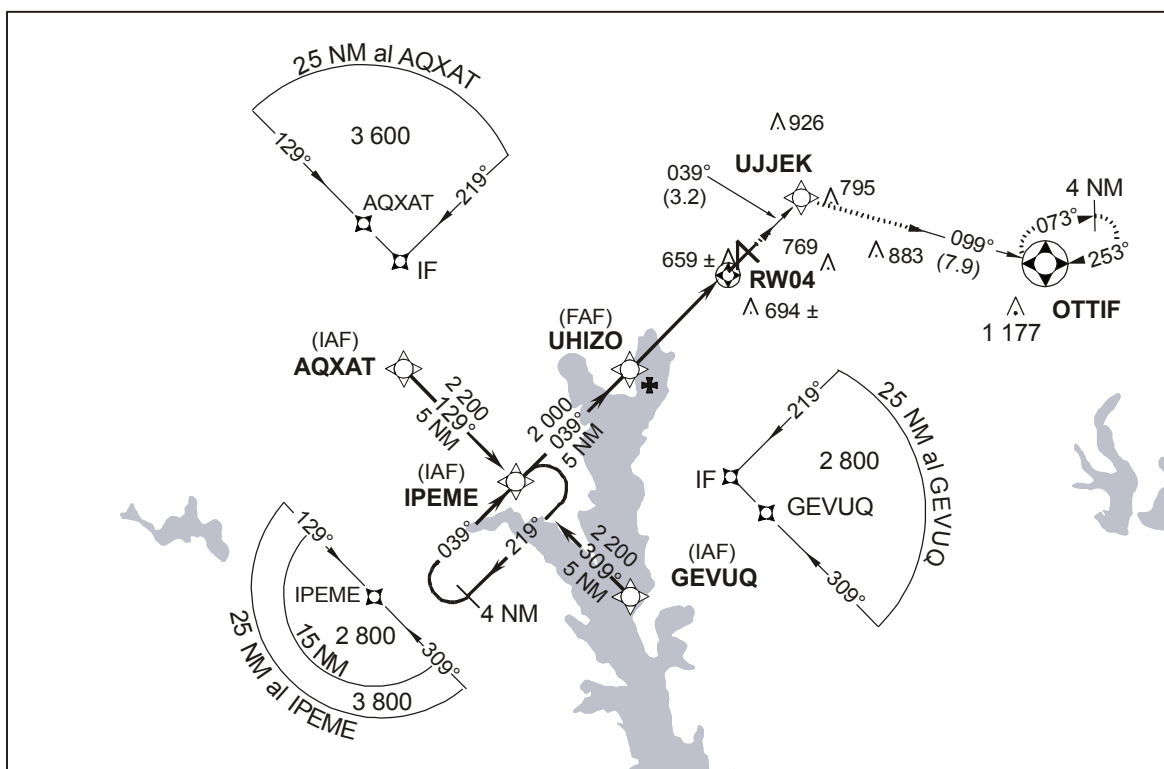


Figura III-2-4-5. Disposición de iconos en barra T de TAA sin centro inicial



## Capítulo 5

# CODIFICACIÓN DE LA BASE DE DATOS DE NAVEGACIÓN

### 5.1 GENERALIDADES

5.1.1 Este capítulo tiene la finalidad de proporcionar orientación para diseñadores de procedimientos respecto a elementos en el diseño de procedimientos que facilitarán la codificación de procedimientos en las bases de datos de navegación.

5.1.2 Todos los datos de navegación empleados por un sistema RNAV certificado para operaciones de terminal se mantienen en una base de datos de navegación. Estas bases de datos se obtienen de los datos codificados de conformidad con la norma de la industria de la aviación ARINC 424 'Navigation System Database Specification', o una norma equivalente de la industria.

5.1.3 A fin de lograr la traducción de la descripción textual de un procedimiento y de las rutas descritas en las cartas en un código apropiado para los sistemas de navegación, la industria de la aviación ha elaborado el concepto de "terminación de trayectoria" para los procedimientos de terminal.

5.1.3.1 Las terminaciones de trayectoria definidas en los PANS-OPS se emplean para determinar derrotas de vuelo específicas basadas en la suposición de que las aeronaves aprobadas para efectuar procedimientos RNAV tienen la capacidad de mantener derrotas basadas en el uso de terminaciones de trayectoria ARINC 424 adecuadas o su equivalente.

5.1.3.2 Las terminaciones de trayectoria deberían utilizarse para definir cada tramo de una ruta RNAV desde el despegue hasta que se llega al tramo en ruta y desde el punto en que la aeronave deja el tramo en ruta hasta el fin de los procedimientos RNAV. Las terminaciones de trayectoria no se usan para construir tramos en ruta u otras rutas fuera del espacio aéreo terminal.

5.1.4 Muchas aeronaves están equipadas con sistemas RNAV que sólo son capaces de emplear un subconjunto de las terminaciones de trayectorias ARINC 424 disponibles. Es importante que el diseñador de procedimientos tenga esto en cuenta y correlacione el diseño con los fundamentos para la aprobación y certificación operacional, que debería expresar la funcionalidad mínima requerida del sistema RNAV, e inclusive para qué terminaciones de trayectoria es el diseño. El texto de este capítulo y su apéndice se han elaborado para la mayoría de las aeronaves que se prevé recibirán aprobación para realizar SID, STAR y aproximaciones RNAV. En algunos casos, se pueden usar codificaciones alternativas (tales como terminación de trayectoria, restricciones de velocidad y de altitud) para permitir que sistemas RNAV específicos puedan seguir mejor la derrota prevista; esas medidas deberían estar aprobadas por el órgano de control estatal correspondiente y estar dentro del ámbito de competencia del codificador de datos y del fabricante de aviónica. Además, este capítulo trata de los virajes de radio fijo, que son aplicables a los sistemas con capacidad RNP únicamente.

### 5.2 TIPOS DE TERMINACIÓN DE TRAYECTORIA

5.2.1 La definición de terminación de trayectoria figura en la Parte I, Sección 1, Capítulo 1. Actualmente hay 23 terminaciones de trayectoria definidas en ARINC 424. Sin embargo, únicamente 11 de estas terminaciones de

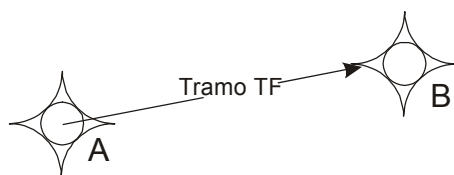
trayectoria son aceptables para el diseño de procedimientos RNAV y una terminación de trayectoria adicional, IF, se emplea cuando el procedimiento se codifica en la base de datos. Para aplicaciones RNP debería usarse un subconjunto más pequeño de cuatro terminaciones de trayectoria: IF, TF, RF y HM. Seguidamente figuran las descripciones de todos los códigos de diseño de procedimientos RNAV:

### Punto de referencia inicial (IF)

La codificación de procedimientos RNAV comienza en un IF. Un IF no determina una derrota deseada por sí misma, pero se emplea juntamente con otro tipo de tramo (p. ej., TF) a fin de determinar la trayectoria deseada. No se usa en el proceso de diseño y no es necesario que se publique con la descripción del procedimiento.

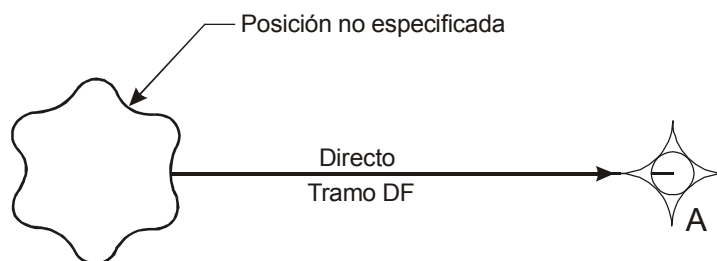
### Derrota hasta punto de referencia (TF)

El tramo de ruta recto primario para RNAV es una ruta TF. La ruta TF está determinada por una trayectoria geodésica entre dos puntos de recorrido. El primero de esos dos puntos es el punto de recorrido de terminación del tramo anterior o bien un punto de referencia inicial (IF). Los tramos intermedio y de aproximación final deberían ser siempre rutas TF. En los casos en que un FMS requiere un CF para el tramo de aproximación final, el codificador de la base de datos puede usar un CF en vez de un TF.



### Directo a punto de referencia (DF)

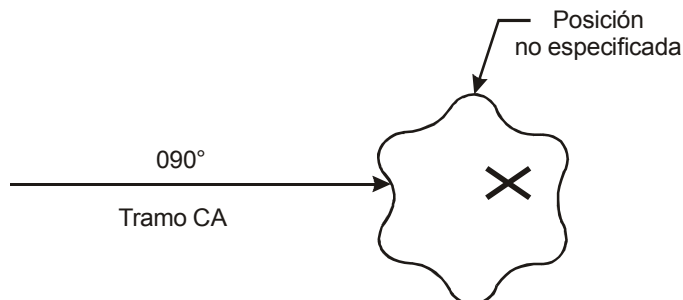
Un DF se emplea para determinar un tramo de ruta desde una posición no especificada, en la derrota de la aeronave en ese momento, hasta un punto de referencia/punto de recorrido especificado. La terminación de trayectoria DF no da una trayectoria de vuelo predecible que puede repetirse, y es muy variable en su aplicación. Cuando se usa después de un FA, VA o CA, el DF es eficaz para dispersar las derrotas en el área más amplia y la combinación de CA/DF puede emplearse para distribuir las repercusiones sobre el medio ambiente en las salidas iniciales. El DF también asegura que se recorra la distancia más corta en la derrota desde el punto de viraje (punto de recorrido de sobrevuelo) o desde una altitud de viraje hasta el punto de recorrido siguiente. El empleo de DF está limitado por varias reglas específicas cuyos detalles figuran en 5.3.





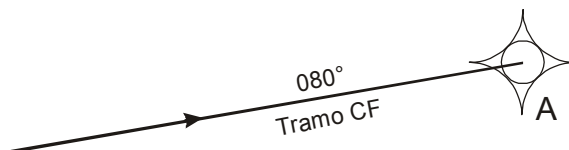
### Rumbo hasta una altitud (CA)

Un CA se emplea para determinar el rumbo de un tramo de ruta de salida que termina a una altitud con una posición no especificada. El CA se emplea de preferencia a un FA como la terminación de trayectoria inicial en una SID, a fin de prevenir los efectos de la desviación IRS.



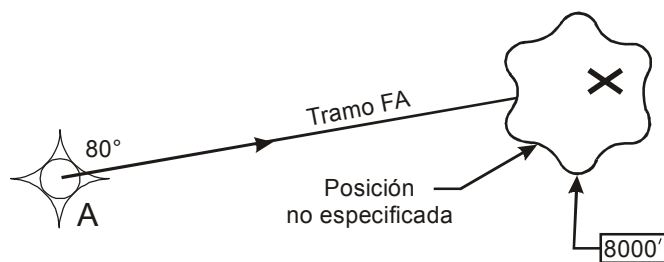
### Rumbo hasta punto de referencia (CF)

Un CF se define como un rumbo que termina en un punto de referencia/punto de recorrido seguido por un segmento de ruta específico. Originalmente, un CF era la única terminación de trayectoria permitida para determinar el tramo final de una aproximación; actualmente lo usan para este fin muchos sistemas RNAV. El CF normalmente se usa después de un FA en una salida o aproximación frustrada en que es eficaz para limitar la dispersión de derrotas. La combinación CA/CF puede ser eficaz para reducir las repercusiones sobre el medio ambiente en las salidas iniciales. El empleo del CF está limitado también por varias reglas específicas cuyos detalles figuran en 5.3.



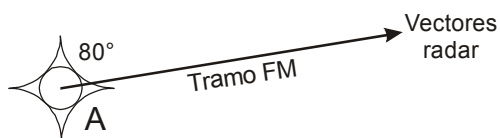
### Rumbo desde un punto de referencia hasta una altitud (FA)

Un FA se emplea para determinar un tramo de ruta que comienza en un punto de referencia/punto de recorrido y termina en un punto en que la altitud de la aeronave se sitúa en una altitud específica o por encima de la misma. No se especifica ninguna posición para el punto de altitud. La derrota FA no da una trayectoria de vuelo predecible que se puede repetir, debido a que el punto de terminación es desconocido, pero es una terminación de trayectoria útil en los procedimientos de aproximación frustrada.

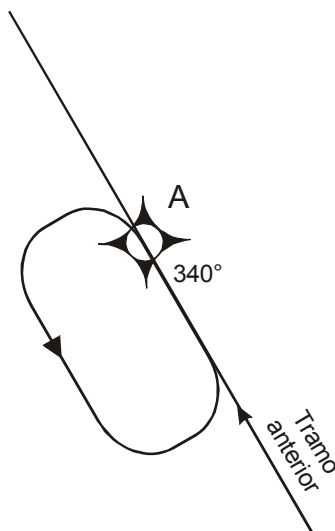


**Rumbo desde un punto de referencia hasta una terminación manual (FM)**

Un FM se emplea cuando un tramo de ruta termina en vectores radar. El FM ofrece funcionalidad similar al VM. La aeronave continúa con el rumbo prescrito hasta la intervención del piloto.

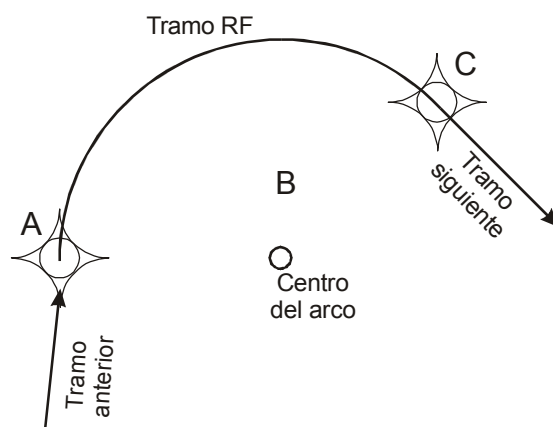
**Espera/en hipódromo hasta una terminación manual (HM)**

Un HM se emplea para determinar una trayectoria de circuito de espera que la tripulación de vuelo termina manualmente.



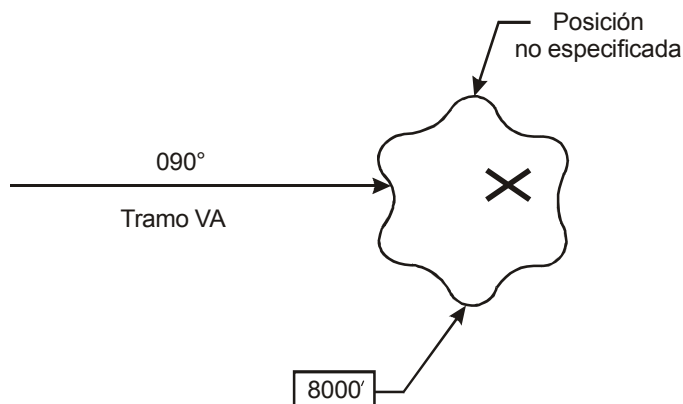
### Arco de radio constante hasta un punto de referencia (RF)

El tramo RF es una trayectoria circular con respecto a un centro de viraje definido que termina en un punto de recorrido. El comienzo del tramo de arco lo determina el punto de recorrido de terminación del tramo anterior. El punto de recorrido en el extremo del tramo de arco, la dirección del viraje del tramo y el centro del viraje los da la base de datos de navegación. El radio lo calcula el sistema RNAV como la distancia desde el centro del viraje hasta el punto de recorrido de terminación. Para un viraje de entre  $2^\circ$  y  $300^\circ$  se puede determinar un arco único. Generalmente, la funcionalidad RF está disponible únicamente en los sistemas designados para cumplir los requisitos RNP-RNAV, tales como los establecidos en EUROCAE ED76()/RTCA DO 236().



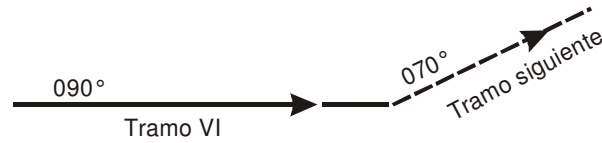
### Rumbo de aeronave hasta una altitud determinada (VA)

Un VA se emplea a menudo en salidas en que para el ascenso se ha especificado un rumbo de aeronave en vez de una derrota. El tramo termina en una altitud especificada sin una posición de terminación. Se usa únicamente en el diseño RNAV de salidas paralelas en que se requieren tramos con rumbo de aeronave inicial.



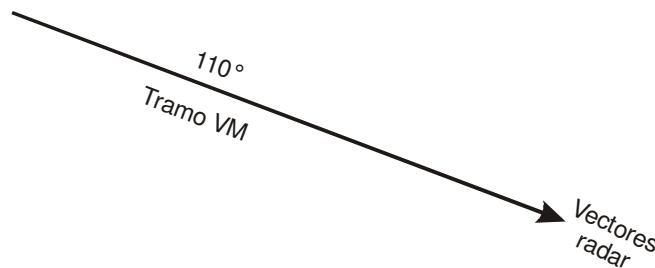
### Rumbo de aeronave hasta una intercepción (VI)

Un tramo VI se codifica cuando se asigna un rumbo de aeronave hasta que la aeronave intercepta el siguiente tramo. La aeronave continúa con el rumbo prescrito hasta que se intercepta el tramo siguiente.



### Rumbo de aeronave hasta una terminación manual (VM)

Un tramo VM se puede codificar cuando se proporcionan vectores radar al final de un procedimiento. El VM proporciona una funcionalidad similar al FM. La aeronave continúa con el rumbo prescrito hasta la intervención del piloto.



## 5.3 APLICACIÓN DEL DISEÑO DE PROCEDIMIENTOS

**5.3.1 Terminaciones de trayectoria.** La aplicación del concepto de terminación de trayectoria está regido por un conjunto completo de reglas que han sido desarrolladas y actualizadas por la industria desde 1980 y están publicadas como una especificación ARINC (ARINC 424, Base de datos de navegación). Dado que al diseñador de procedimientos le preocupa un subconjunto de terminaciones de trayectoria, las principales reglas pertinentes a estas terminaciones figuran en el apéndice de este capítulo. Es imperativo que el diseñador de procedimientos observe estrictamente estas reglas para que el procedimiento esté correctamente codificado en la base de datos de navegación de a bordo.

**5.3.2 Otras consideraciones de diseño.** El diseñador de procedimientos debería tener en consideración los factores que siguen para asegurar una traducción sin ambigüedades del diseño en la base de datos de navegación.

- las transiciones con dos condiciones, tales como “ascender hasta XXXX pies por el punto de recorrido NNNNN” o “en el punto de recorrido YZZZZ pero no por debajo de XXXX pies, virar a la derecha directo a (punto de recorrido)”, no pueden emplearse;
- las restricciones a la altitud y a la velocidad se aplicarán únicamente en un punto de recorrido; y
- todos los detalles de restricciones específicas que se aplican a un procedimiento deben publicarse.

-----

## Apéndice del Capítulo 5

### REGLAS DE CODIFICACIÓN DE TERMINACIÓN DE TRAYECTORIA

1. Las reglas y normas que se describen en este apéndice se basan en ARINC 424-15. Cierta funcionalidad ha sido excluida, sea porque aún no se ha aplicado en la mayoría de los sistemas de aeronaves o debido a que se ha elaborado para procedimientos ordinarios y no es aplicable a los procedimientos RNAV.
2. En la Tabla III-2-5-Ap-1 se determinan las terminaciones de trayectoria que pueden apoyar los tramos inicial y final de un procedimiento RNAV (SID, STAR, aproximación y aproximación frustrada).

**Tabla III-2-5-Ap-1. Terminaciones de trayectoria inicial y final**

<i>Procedimiento RNAV</i>	<i>Tramo inicial</i>	<i>Tramo final</i>
SID	CA, CF, VA, VI	CF, DF, FM, HA, RF, TF, VM
STAR	IF	CF, DF, FM, HM, RF, TF, VM
Aproximación	IF	CF, TF, RF
Aproximación Frustrada	CA, CF, DF, FA, HM, RF, VI, VM	CF, DF, FM, HM, RF, TF, VM

*Nota 1.— El “tramo final” para una aproximación es el tramo de aproximación final.*

*Nota 2.— Las únicas terminaciones de trayectoria iniciales válidas para la SID, desde la perspectiva del diseño de procedimientos, son CA o CF. Sin embargo, de acuerdo con ARINC 424, FA se permite como un tramo inicial SID, genera la misma derrota que CA pero no es apropiado para algunas operaciones con aeronaves que funcionan únicamente con información IRU en las fases iniciales de salida. En esos casos, una IRU con una posición degradada puede dar como resultado que la aeronave realice virajes inesperados poco después del despegue. En este contexto, el CA genera la misma derrota que FA. VA puede usarse para salidas paralelas en que las aeronaves deben mantener un rumbo en vez de una derrota después del despegue. Los proveedores de bases de datos también pueden usar VA en lugar de FA cuando codifican SID equivalentes desde pistas paralelas adyacentes a fin de reducir al mínimo la codificación duplicada (muchas bases de datos de los sistemas RNAV más viejos tienen una capacidad de almacenamiento inferior a 200 kilobytes).*

*Nota 3.— Pueden usarse FM o VM para terminar ‘STAR abiertas’ cuando se proporcionan vectores radar para la aproximación final. La elección de la derrota (FM) o del rumbo de la aeronave (VM) depende de los requisitos ATC.*

*Nota 4.— RF puede usarse solamente para procedimientos RNP realizados por aeronaves equipadas con sistemas compatibles con ARINC 424-17 o posteriores.*

Tabla III-2-5-Ap-2. Secuencias de terminación de trayectoria

		Tramo siguiente											
		IF	CA	CF	DF	FA	FM	HM	RF	TF	VA	VI	VM
Tramo actual	CA												
	CF				1								
	DF				1								
	FA												
	FM												
	HM												
	IF					2	2	2	3				
	RF												
	TF												
	VA												
	VI												
	VM												

3. La Tabla III-2-5-Ap-2, “Secuencias de terminación de trayectoria”, define las secuencias de tramos permitidas. Un espacio sombreado indica que la secuencia “tramo actual/tramo siguiente” no está permitida.

*Nota 1.— Una secuencia CF/DF, o DF/DF puede usarse únicamente cuando se prevé sobrevolar la terminación del primer tramo, de otro modo es necesario emplear la codificación alternativa.*

*Nota 2.— El tramo IF se codifica únicamente cuando las limitaciones de altitud en cada extremo del tramo FA o HM son diferentes.*

*Nota 3.— La combinación IF/RF está permitida únicamente al comienzo de la aproximación final.*

4. Se aplican las siguientes reglas básicas:

- FA, CA y VA deberían estar seguidos de DF o CF (se recomienda DF);
- TF para sobrevuelo solamente puede estar seguido de TF o CF;
- si un procedimiento requiere un DF después de un sobrevuelo, el tramo anterior se codificará CF o DF;
- DF no puede seguir a un punto de recorrido de paso; y
- el punto de recorrido al comienzo y al final de un tramo RF no se codifica como sobrevuelo.

*Nota 1.— Si bien la mayoría de las salidas en línea recta deberían comenzar con una secuencia CA/DF para el tramo recto inicial, si el primer punto de recorrido de paso está a menos de 3 NM desde el DER, la experiencia ha demostrado que es preferible comenzar con un CF.*

Nota 2.— Cuando un viraje inicial de salida está limitado por una distancia del DER y una altitud mínima, la aplicación de una limitación de altitud en el punto de recorrido con viraje no asegurará que se cumplan ambas limitaciones. Un método mejor es codificar el primer tramo como CA y el segundo como CF, arreglando el rumbo del segundo tramo para asegurar que el primer viraje para interceptar ocurre en o después del punto de viraje requerido.

5. La Tabla III-2-5-Ap-3 define los datos requeridos para apoyo de cada terminación de trayectoria.

**Tabla III-2-5-Ap-3. Terminaciones de trayectoria (Datos requeridos)**

Terminación de trayectoria	Identificador de punto de recorrido	Sobrevuelo	Dirección del viraje	Ayuda para la navegación aérea recomendada	Distancia desde la ayuda para la navegación aérea	Marcación desde la ayuda para la navegación aérea	Rumbo magnético	Longitud de la trayectoria	Altitud de restricción 1	Altitud de restricción 2	Límite de velocidad	Ángulo vertical	Centro de arco
CA			O				✓		6		O		
CF	✓	1	O	✓	✓	✓	✓		O	O	O	O	
DF	✓	1	O	O	O	O			O	O	O		
FA	✓		O	✓	✓	✓	✓		6		O		
FM	✓		O	✓	✓	✓	✓		O		O		
HM	✓		O	O	O	O	✓	✓	O		O		
IF	✓			O	O	O			O	O	O		
RF	✓	O	✓	O		2	3	5	O	O	O	O	✓
TF	✓	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	
VA			O				4		6		O		
VI		O	O	O			4		O	O	O		
VM	O		O				4		O		O		

✓ — Requerido

O — Opcional

1 — Requerido para combinaciones CF/DF y DF/DF únicamente

2 — Derrota tangencial de acortamiento

3 — Derrota tangencial de alejamiento

4 — Rumbo de la aeronave, no rumbo

5 — Distancia paralela a la derrota

6 — Altitud de o por encima de

Los espacios sombreados representan datos que no son aplicables a esa terminación de trayectoria.





## Capítulo 6

# APLICACIÓN DE BLOQUE DE DATOS FAS PARA SBAS Y GBAS

### 6.1 GENERALIDADES

Este capítulo contiene orientación sobre construcción y aplicación de bloque de datos FAS. En los apéndices de este capítulo figura una descripción completa de los bloques de datos FAS para SBAS y GBAS. En la descripción se proporciona una codificación completa de los bloques de datos FAS, como se describe en el Anexo 10, Volumen I, y en las normas de aviónica.

### 6.2 CONSTRUCCIÓN

El diseñador de procedimientos comienza con información detallada sobre la pista (coordenadas reconocidas de ambos extremos de la pista y orientación de la pista en el extremo de aproximación de la pista) y conocimiento del espacio aéreo y los obstáculos pertinentes a la aproximación. A partir de las coordenadas de la pista, se debería determinar la trayectoria típica para que pase por encima del umbral de la pista y se alinee con la pista. Se aplican las siguientes recomendaciones:

- a) *Ángulo de trayectoria de planeo.* El ángulo de trayectoria de planeo debería ser compatible con PAPI o VASI, y típicamente sería de tres grados. En las pistas con ILS generalmente es conveniente alinear el GPA con la trayectoria de planeo ILS, tanto para asegurar la alineación con los sistemas de iluminación existentes como para proporcionar compatibilidad entre los dos sistemas de aproximación. Si no hay luces o ILS, el ángulo de trayectoria de planeo recomendado es de tres grados. Pueden determinarse aproximaciones más pronunciadas cuando sea necesario debido a requisitos de franqueamiento de obstáculos o de compatibilidad con el espacio aéreo, pero no debería dar como resultado una velocidad vertical de descenso que exceda de 1 000 ft por minuto para ninguna aeronave.
- b) *Altura de franqueamiento del umbral.* Para las pistas ordinarias, las trayectorias deberían usar una altura de franqueamiento del umbral (TCH) de 15 m (50 ft). Para las pistas cortas (p. ej., pistas de Claves 1 y 2), la TCH debería ser de 12 m (40 ft).
- c) *Alineación de aproximación.* La aproximación debería estar alineada con la pista en el umbral. La alineación deseada se emplea para determinar el FPAP. Típicamente, esta alineación se logra determinando una situación inicial del FPAP en el extremo de salida de la pista.
- d) *Anchura de rumbo y GARP.* La orientación sobre estos parámetros figura más adelante (6.4.3).

### 6.3 CAMPOS REQUERIDOS DE BLOQUES DE DATOS AJENOS AL FAS

La altura ortométrica del LTP o del FPAP, relacionada con el geoide, y presentada como una elevación MSL debería determinarse a una décima de un metro de resolución. Las alturas ortométricas del LTP y del FPAP no se incluyen en el bloque de datos FAS, pero se necesitan para la construcción y las cartas del procedimiento. Estos valores no se almacenan en la CRC como parte del bloque de datos FAS.

## 6.4 REQUISITOS DE CALIDAD

6.4.1 Esto es parte del proceso de garantía de la calidad. Los requisitos de calidad para los principales elementos de datos del FAS son los que siguen:

<i>Elemento de datos</i>	<i>Precisión</i>	<i>Resolución</i>	<i>Integridad</i>
FPAP (latitud y longitud)	0,3 m (1 ft)	0,0005'' (0,01'')	$10^{-8}$
LTP/FTP (latitud y longitud)	0,3 m (1 ft)	0,0005'' (0,01'')	$10^{-8}$
LTP/FTP (altura elipsoidal)	0,25 m	0,1 m	$10^{-8}$
TCH de aproximación	0,5 m	0,05 m	$10^{-8}$
Ángulo de trayectoria de planeo	0,01°	0,01°	N/D
Anchura de rumbo	N/D	0,25 m	$10^{-8}$
Desplazamiento de longitud delta	N/D	8 m	N/D

*Nota 1.— Los valores entre paréntesis son los requisitos del Anexo 15 cuando son diferentes de los requisitos del Anexo 10. N/D significa no disponible.*

*Nota 2.— El requisito de integridad de datos  $1 \times 10^{-8}$  puede cumplirse realizando una evaluación en vuelo después de definir el bloque de datos FAS, siempre que el sistema de evaluación en vuelo verifique la CRC y determine que la trayectoria de aproximación es aceptable.*

### 6.4.2 Cálculo y consideraciones de redondeo

6.4.2.1 *Necesidad de una metodología de redondeo.* Los resultados se redondean después de completados todos los cálculos. Se ha demostrado que una diferencia en el método de cálculo o las reglas de redondeo puede conducir a resultados (coordenadas FAP) que exceden los requisitos de precisión mencionados antes. Por consiguiente, se considera necesario definir una metodología para determinar las coordenadas FPAP y los resultados derivados ( $\Delta$  FPAP), incluidas las reglas de redondeo.

6.4.2.2 *Metodología de redondeo.* Los resultados se redondean una vez completados todos los cálculos. La resolución de los principales datos FAS es de 0,0005 segundos de arco. Se ha propuesto aplicar las siguientes reglas:

- a) el cálculo de datos de entrada y salida se redondeará a los 0,0005 segundos de arco;
- b) los cálculos deberán realizarse en unidades de fracciones de segundo de arco; y
- c) las reglas de redondeo para los segundos de arco serán las siguientes:
  - 1) si el número en el lugar decimal suplementario es 0, 1 ó 2, el último carácter del valor final se redondeará a 0;
  - 2) si el número en el lugar decimal suplementario es 3, 4, 5, 6 ó 7, el último carácter del valor final se redondeará a 5; y
  - 3) si el número en el lugar decimal suplementario es 8 ó 9, el último carácter del valor final será 0 y el carácter precedente se redondeará al dígito siguiente.

### 6.4.3 Metodología para la determinación del FPAP

6.4.3.1 La metodología propuesta es aplicable a las aproximaciones alineadas con la pista. Para las aproximaciones desplazadas habrá que definir un método alternativo.

6.4.3.2 En la situación del FPAP pueden distinguirse dos casilleros:

- a) no existe ILS para la aproximación; y
- b) existe un ILS para la aproximación.

6.4.3.2.1 En el caso a), Figura III-2-6-1, el FPAP está situado en el extremo de parada de la pista (opuesto al LTP/FTP), el GARP a una distancia de 305 m del FPAP paralelo a la línea geodésica desde LTP/FTP al FPAP, y el desplazamiento de longitud  $\Delta$  es igual a 0. Las coordenadas FPAP se derivan directamente del servicio WGS-84 (extremo de la pista) y las coordenadas del GARP se determinan mediante cálculos geodésicos de la intersección entre una línea geodésica definida (por FPAP, LTP/FTP) y una distancia de 305 m desde el FPAP.

6.4.3.2.2 En el caso b), se supone que el GARP está situado en la posición del localizador, determinada por los servicios WGS-84. Dado que el FPAP no estará situado antes del extremo de parada de la pista, es necesario determinar primero la distancia entre el localizador y el extremo de la pista para calcular la distancia geodésica desde el localizador hasta el extremo de la pista.

6.4.3.2.2.1 Si esta distancia es inferior a 305 m, el FPAP se establece en el extremo de la pista (opuesto al LTP/FTP), el desplazamiento de longitud  $\Delta$  es igual a 0 y el GARP no puede coincidir con el localizador. (Véase la Figura III-2-6-2). El GARP se calcula como la intersección entre una línea geodésica definida (por FPAP, LTP/FTP) y una distancia de 305 m desde el FPAP.

6.4.3.2.2.2 Si la distancia es (estrictamente) mayor que 305 m, el GARP coincide con el localizador. El FPAP se determina mediante el cálculo de la intersección entre la línea geodésica determinada por el LTP/FTP y el GARP, y una distancia de 305 m desde el GARP. Entonces el desplazamiento de longitud  $\Delta$  se calcula como la distancia entre el FPAP y el extremo de la pista (véase la Figura III-2-6-3).

### 6.4.4 Procedimientos de desplazamiento

Los procedimientos de desplazamiento se codifican como aproximaciones directas. Se codifica el FTP en lugar del LTP. La descripción del bloque de datos FAS que figura en los apéndices de este capítulo abarca la codificación de procedimientos de desplazamiento.

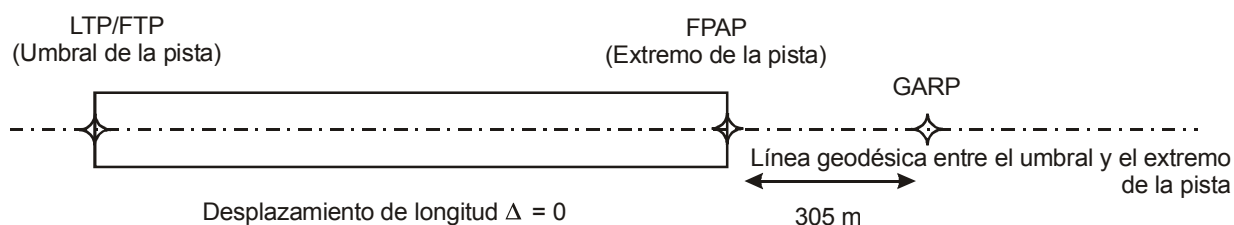
### 6.4.5 Formato de codificación para el diseñador de procedimientos

Aunque en el Anexo 10, Volumen I y, en menor grado, en las normas de aviónica se describe la codificación del bloque de datos FAS a nivel binario, los diseñadores de procedimientos deberían codificar elementos de dicho bloque en el formato alfanumérico que se ilustra en los apéndices de este capítulo. La conversión al formato binario forma parte del requisito funcional de una herramienta normalizada de soporte lógico del bloque de datos FAS.

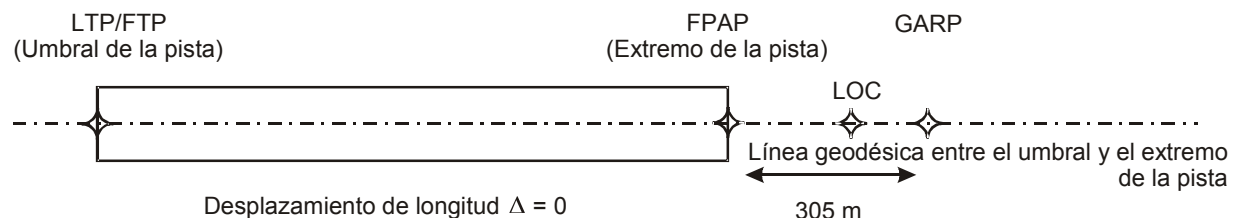
### 6.4.6 Herramienta normalizada de soporte lógico del bloque de datos FAS

Se recomienda ampliamente que se utilice una herramienta normalizada de soporte lógico del bloque de datos FAS. La herramienta debería:

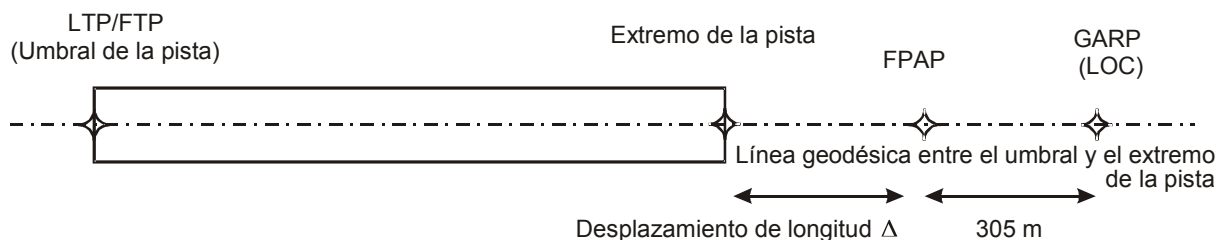
- derivar los desplazamientos  $\Delta$  del FPAP para latitud y longitud a partir de los datos de entrada del diseñador de procedimientos para las latitudes y longitudes de los puntos FPAP y LTP/FTP;
- convertir a formato binario la codificación alfanumérica de los campos del bloque de datos FAS hecha por el diseñador de procedimientos;
- construir el resto de la CRC como se describe en el Anexo 10 y hacer la codificación como valor hexadecimal; y
- proporcionar un mecanismo de sugerencias y comentarios para asegurarse de que la herramienta de soporte lógico haya codificado lo que tenía previsto el diseñador de procedimientos.



**Figura III-2-6-1. Situación de FPAP (no existe ILS para la aproximación)**



**Figura III-2-6-2. Situación del FPAP (existe ILS para la aproximación y LOC dentro de los 305 m desde el extremo de la pista)**



**Figura III-2-6-3. Situación del FPAP (existe ILS para la aproximación y LOC a más de 305 m desde el extremo de la pista)**

## Apéndice A del Capítulo 6

### DESCRIPCIÓN DEL BLOQUE DE DATOS FAS PARA SBAS

#### 1. GENERALIDADES

El bloque de datos FAS tiene la finalidad de proteger los datos y asegurar que lo que se proporciona al usuario es lo previsto por el diseñador de procedimientos. Algunos elementos del bloque de datos FAS no son responsabilidad del diseñador de procedimientos. Todos los datos empleados en la construcción del bloque de datos FAS requieren un proceso de control de calidad de alta integridad. El diseñador de procedimientos debería proporcionar datos de entrada alfanuméricos en una herramienta de soporte lógico apropiada para generar la cadena binaria que describa el bloque de datos FAS, así como el resto de la verificación por redundancia cíclica (CRC). Los datos de entrada alfanuméricos normalizados de los elementos del bloque de datos FAS se describen en este apéndice.

*Nota.— Para textos de orientación sobre el bloque de datos FAS, véase el Anexo 10, Volumen I, Adjunto D, 6.6 y 7.11.*

#### 2. CONTENIDO DEL BLOQUE DE DATOS FAS

2.1 Existen 21 campos que incluyen el campo del resto de la CRC. Los primeros 20 campos están protegidos por la CRC. Con la codificación que se describe aquí se combina en un campo, de resultar apropiado, el número y la letra de la pista, lo que se traduce en un campo menos respecto de lo que se describe en el Anexo 10. Esta combinación del número y letra de la pista en un solo campo es lo que se espera con la herramienta de soporte lógico del bloque de datos FAS, que genera el formato binario de número y letra de la pista en dos campos. La codificación específica de esos 21 campos está descrita en el Anexo 10. La codificación y el orden específicos de los campos se seguirán rigurosamente cuando se computariza la CRC para asegurar la compatibilidad de la aviónica. En el contexto del bloque de datos FAS, el término TCH se equipara al uso del término RDH. La información que sigue del bloque de datos FAS se almacenará como una cadena de bits en el formato prescrito, como se describe en el Anexo 10, y sólo puede transmitirse electrónicamente.

2.2 *Campos de datos FAS.* A continuación se presenta una codificación alfanumérica normalizada de los campos necesarios para el registro del bloque de datos del tramo de aproximación final (FAS) para aproximaciones con SBAS (mínimos LPV) y están incluidos en el almacenamiento de la CRC:

<i>Campo de datos</i>	<i>Tamaño del campo</i>	<i>Tipo de datos</i>
Tipo de operación	2 caracteres	Entero sin signo
Identificador de proveedor de servicios	2 caracteres	Entero sin signo
Identificador de aeropuerto	4 caracteres	Alfanumérico
Pista	5 caracteres	Alfanumérico
Designador de actuación de aproximación	1 carácter	Entero sin signo
Indicador de ruta	1 carácter	Alfa
Selector de datos de trayectoria de referencia	2 caracteres	Entero sin signo
ID de trayectoria de referencia (ID de aproximación)	4 caracteres	Alfanumérico

Latitud LTP/FTP	11 caracteres	Alfanumérico
Longitud LTP/FTP	12 caracteres	Alfanumérico
Altura elipsoidal LTP/FTP	6 caracteres	Entero sin signo
Latitud FPAP	11 caracteres	Alfanumérico
Longitud FPAP	12 caracteres	Alfanumérico
Altura de franqueamiento del umbral (TCH)	7 caracteres	Alfanumérico
Selector de unidades TCH (metros o pies)	1 carácter	Pies o metros
Ángulo de trayectoria de planeo (GPA)	4 caracteres	Entero sin signo
Anchura de rumbo en el umbral	5 caracteres	Entero sin signo
Desplazamiento de longitud	4 caracteres	Entero sin signo
Límite de alerta horizontal (HAL)	3 caracteres	Numérico
Límite de alerta vertical (VAL)	3 caracteres	Numérico

2.3 *Campo de integridad.* Este es el campo necesario para la vigilancia de la integridad y se calcula empleando una representación binaria del bloque de datos FAS (descrita en el Anexo 10). En aviónica, al “desenvolver” el bloque de datos FAS, debe compararse el resto de la CRC resultante con el valor proporcionado por el diseñador de procedimientos. Si los valores no concuerdan, no se utilizará el bloque de datos FAS.

<i>Campo de datos</i>	<i>Tamaño del campo</i>	<i>Tipo de datos</i>
Datos de puntos de trayectoria de aproximación de precisión	8 caracteres	Hexadecimal
Resto de la CRC		

### 3. EXPLICACIÓN DE ENTRADAS DE CAMPOS DE DATOS DEL BLOQUE DE DATOS FAS

La explicación describe el proceso inicial de preparación de los datos para incluirlos en el bloque de datos FAS. Estos datos se incorporan en una herramienta de soporte lógico que se utiliza para computarizar la CRC de conformidad con el Anexo 10. Los campos se examinan más adelante [en el orden general que figuran en el bloque de datos FAS (elementos a) a u)]. Los campos ajenos al bloque de datos FAS (excepto los datos requeridos) figuran en los elementos v) y w):

- a) *Tipo de operación.* Un número del 0 al 15 que indica el tipo de tramo de aproximación final.

Ejemplo: se codifica 0 para un procedimiento de aproximación directa, incluidos los procedimientos de desplazamiento. (Los códigos para otros procedimientos se reservan para definirlos en el futuro).

- b) *Identificador de proveedor de servicios.* Un número de 0 a 15 que asocia el procedimiento de aproximación con un proveedor de servicios determinado del sistema de aproximación basado en satélites definido en el Anexo 10. El código 15 de identificación de un proveedor de servicios significa que puede emplearse cualquier proveedor de servicios (WAAS, EGNOS, etc.). El código de proveedor de servicios 14 significa que este bloque de datos FAS no debe ser usado por el sistema SBAS.

Ejemplo: 0 (WAAS), 1 (EGNOS), 2 (MSAS)

- c) *Identificador de aeropuerto.* Identificador de lugar de cuatro caracteres, de la OACI, asignado a un aeropuerto. Cuando hay un identificador de aeropuerto nacional pero no un identificador de lugar de la OACI, se emplea el identificador nacional de tres o cuatro caracteres. Cuando se proporcionan únicamente tres caracteres, el último espacio se deja en blanco.

Ejemplo: Identificadores de la OACI: KDEN, YSSY, NZWN, FAEL.

Identificadores nacionales: 3SL\_, OH23.

- d) *Pista*. Las pistas se identifican mediante dos caracteres “RW” seguidos por el número de la pista. El quinto carácter se usa cuando es necesario indicar izquierda (L), derecha (R), o centro (C).

Ejemplos: RW26R, RW08L, RW18C, RW02

- e) *Designador de actuación de aproximación*. Un número de 0 a 7 que identifica el tipo de una aproximación. Se emplea un “0” para identificar un procedimiento de aproximación LPV y un “1” indica un procedimiento de aproximación de Categoría I. Los otros valores se reservan para uso futuro.

Ejemplo: 0 = LPV

- f) *Indicador de ruta*. Carácter alfabético único (Z a A o espacio, omitiendo I y O) empleado para diferenciar entre múltiples tramos de aproximación final a la misma pista o helipuerto. La primera aproximación a una pista se denomina “Z”. Se asignan otros caracteres alfabéticos adicionales.

Ejemplo: Z = primer tramo de aproximación final

Y = segundo tramo de aproximación final

X = tercer tramo de aproximación final

- g) *Selector de datos de trayectoria de referencia (RPDS)*. Este campo se reserva para uso del sistema GBAS y no lo utiliza el sistema SBAS.

Ejemplo: 0

- h) *Identificador de trayectoria de referencia*. Identificador de cuatro caracteres que se emplea para confirmar la selección del procedimiento de aproximación correcto. El primer carácter del identificador indica el servicio que provee el sistema (p. ej., “W”, WAAS, “E” EGNOS, “M” MSAS) seguido por el número de pista. El último carácter, comenzando con la letra “A” y excluyendo las letras “C”, “L” y “R”, se usará para definir el primer procedimiento, seguido de las letras sucesivas de cada procedimiento para una pista en particular. Por ejemplo, un aeropuerto tiene tres pistas paralelas y la pista izquierda y la derecha tienen ambas un procedimiento directo y un procedimiento con desplazamiento; la pista central tiene un procedimiento directo únicamente. Los ejemplos que siguen (extremos) serían aplicables:

Ejemplo: W09A y W09B definirían los dos únicos bloques de datos FAS para RWY 09L.

W09D se usaría para definir el bloque de datos FAS para RWY 09C.

W09E y W09F se usarían para definir el bloque de datos FAS para RWY 09R.

*Nota.*— Esos sufijos no deben estar en un orden dado, a fin de poder agregar procedimientos en el futuro sin cambiar el bloque de datos FAS.

Para el sistema SBAS, el identificador de la trayectoria de referencia se representa cartográficamente y se utiliza en aviónica para confirmar a la tripulación que se ha seleccionado el procedimiento correcto.

- i) *Punto de umbral de aterrizaje (LTP)/Punto de umbral ficticio (FTP) — Latitud*. Representa la latitud del umbral definida en coordenadas WGS-84 y se registra en cinco diezmilésimas de segundo de arco. El siguiente es un ejemplo de descripción de latitud:

225436,2125N (11 caracteres) para 22°54'36,2125" N

- j) *Punto de umbral de aterrizaje (LTP)/Punto de umbral ficticio (FTP) — Longitud*. Representa la longitud del umbral definida en coordenadas WGS-84 y se registra en cinco diezmilésimas de segundo de arco. El siguiente es un ejemplo de descripción de longitud:

1093247,8780E (12 caracteres) para 109°32'47,8780" E

- k) *Altura del LTP/FTP con relación al elipsoide (HAE)*. Altura expresada en metros con referencia al elipsoide WGS-84. El primer carácter es de signo + o – y el valor de resolución está expresado en décimas de metros y la coma decimal se suprime.

Ejemplo: +00356 (+35,6m), – 00051(–5,1m), +01566 (+156,6m), –00022 (–2,2m)

- l) *Punto de alineación de la trayectoria de vuelo (FPAP) — Latitud*. Punto situado en una línea geodésica o una extensión de una línea geodésica calculada entre el LTP y el centro designado del umbral opuesto de aterrizaje de la pista. Está situado a una distancia del LTP para apoyar un ensanchamiento angular y la anchura de rumbo del diseño del procedimiento prescrito, así como la funcionalidad asociada con una aeronave. Se emplea juntamente con el LTP para determinar la alineación lateral del plano vertical que contiene la trayectoria del tramo final de aproximación RNAV. En pistas más cortas, el FPAP puede estar situado fuera del extremo de salida de la pista de aterrizaje. La latitud del FPAP de la pista está definida en las coordenadas WGS-84 y se registra en cinco diezmilésimas de segundo de arco. El siguiente es un ejemplo de descripción de la latitud:

225436,2125N (11 caracteres) para 22°54'36,2125" N

*Nota 1.— En el Anexo 10 se describe la codificación de la latitud del FPAP como un desplazamiento  $\Delta$  respecto de la latitud del LTP/FTP. En este caso, en el proceso de codificación se presupone que el cálculo del desplazamiento lo lleva a cabo la herramienta de soporte lógico que genera el código binario del bloque de datos FAS.*

*Nota 2.— Para los procedimientos de desplazamiento, el FPAP se localiza sobre la prolongación del rumbo de aproximación final, a una distancia del FTP que proporcione la anchura de rumbo lateral apropiada.*

- m) *FPAP — Longitud*. La longitud del FPAP de la pista está definida en las coordenadas WGS-84 y se registra en cinco diezmilésimas de segundo de arco. El siguiente es un ejemplo de descripción de longitud:

1093247,8780E (12 caracteres) para 109°32'47,8780" E

*Nota.— En el Anexo 10 se describe la codificación de la longitud del FPAP como un desplazamiento  $\Delta$  respecto de la longitud del LTP/FTP. En este caso, en el proceso de codificación se presupone que el cálculo del desplazamiento lo lleva a cabo la herramienta de soporte lógico que genera el código binario del bloque de datos FAS.*

- n) *Altura de franqueamiento del umbral (TCH)*. Altura designada de franqueamiento del ángulo de trayectoria de planeo por encima del LTP (o FTP). La gama de valores permitida está definida en el Anexo 10.

Ejemplo: 00055,0 (55,0 ft); 00042,0 (42,0 ft)

- o) *Selector de unidades TCH*. Este carácter define las unidades empleadas para describir la TCH.

Ejemplo: F = pies M = metros

- p) *Ángulo de trayectoria de planeo*. Ángulo de la trayectoria de aproximación (trayectoria de planeo) con respecto al plano horizontal definido de acuerdo con WGS-84 en el LTP/FTP. Se especifica en centésimas de grado.

Ejemplo: 02,75 (2,75°), 06,20 (6,20°), 03,00 (3,00°)

- q) *Anchura de rumbo en el umbral*. Semianchura (en metros) de la anchura de rumbo lateral en el LTP/FTP, que define el desplazamiento lateral en que el receptor logrará la deflexión máxima. En combinación con la distancia al FPAP, la anchura de rumbo define la sensibilidad de las desviaciones laterales en toda la



aproximación. La distancia permitida varía de 80 m a 143,75 m. La anchura de rumbo en el umbral se redondea a los 0,25 m inmediatos. Cuando el procedimiento se diseñe para superponer un procedimiento ILS/MLS, utilícese la anchura de rumbo para el valor del umbral del informe de inspección de vuelo del sistema subyacente ILS/MLS. Si la anchura de rumbo del localizador (azimut) es menor que 80 m, utilícese 80 m como el valor predeterminado. Para procedimientos de desplazamiento, utilícese la anchura de curso en el FTP.

*Nota.— Para las aproximaciones en circuito o los procedimientos de helicópteros, el número de pista se establece en 00, el campo de anchura de rumbo se ignora y la anchura de rumbo es 38 m.*

Ejemplo: 106,75

- r) *Desplazamiento de longitud  $\Delta$* . Distancia desde el extremo de parada de la pista hasta el FPAP; define el lugar en que la sensibilidad lateral cambia a la sensibilidad de aproximación frustrada. El valor está expresado en metros, siendo los límites 0 a 2 032 m. La distancia real se redondea al valor más cercano divisible por ocho. Si el FPAP está situado en el centro designado del extremo opuesto de la pista, la distancia es cero. Para procedimientos de desplazamiento, el desplazamiento de longitud  $\Delta$  se codifica como cero.

Ejemplo: 0000,0424

- s) *Límite de alerta horizontal (HAL)*. HAL es el radio de un círculo en el plano horizontal (plano local tangente a la elipsoide WGS-84), estando su centro en la posición verdadera, que describe la región que debe contener la posición horizontal indicada con la probabilidad requerida para un modo de navegación particular suponiendo la probabilidad de que la falla de integridad del satélite GPS incluida en la solución de posición es menor o igual a  $10^{-4}$  por hora. La gama de valores es 0 a 50,8 m con una resolución de 0,2 m. El HAL, para procedimientos LPV, tiene un valor fijo de 40,0 m.

Ejemplo: HAL 40,0

*Nota.— El campo HAL no forma parte del bloque de datos FAS/almacenamiento de la CRC para procedimientos GBAS.*

- t) *Límite de alerta vertical (VAL)*. VAL tiene la mitad de la longitud de un tramo en el eje vertical (perpendicular al plano horizontal del elipsoide WGS-84), estando su centro en la posición verdadera, que describe la región que debe contener la posición vertical indicada con una probabilidad de  $1,0 \times 10^{-7}$  por aproximación, suponiendo la probabilidad de que la falla de integridad del satélite GPS incluida en la solución de posición es menor o igual a  $10^{-4}$  por hora. La gama de valores es 0 a 50,8 m con una resolución de 0,2 m.

*Nota 1.— Un VAL de 00,0 indica que no deberían usarse desviaciones verticales {es decir, una aproximación lateral [actuación del localizador (LP)] únicamente}.*

*Nota 2.— El campo VAL no es parte del bloque de datos FAS/almacenamiento de la CRC para procedimientos GBAS.*

Ejemplo: VAL 50,0 VAL 12,0

- u) *Resto de CRC punto de trayectoria de aproximación de precisión*. Representación hexadecimal de ocho caracteres del resto de bits calculados para determinar la integridad de los datos del bloque de datos FAS durante la transmisión y el almacenamiento. Esta información se computatorizará electrónicamente empleando el soporte lógico de transmisión electrónica (herramienta de soporte lógico de bloque de datos FAS) y se documenta en forma apropiada.

Ejemplo de resto de CRC: E104FC14

- v) *Código OACI*. Los dos primeros designadores del número de código OACI que se identifican en el Doc 7910 de la OACI.

Ejemplo: K2, PA

- w) *Altura ortométrica*. La altura del LTP/FTP se relaciona con el geoide y se presenta como elevación MSL redondeada a una décima de metro y suprimiendo el punto decimal. El valor va precedido de los símbolos “+” o “-”.

Ejemplo: +00362 (36,2 m) -00214 (-21,4 m)

#### 4. PRINCIPALES ELEMENTOS DE LOS DATOS PARA EL DISEÑADOR DE PROCEDIMIENTOS

Considerando el texto de referencia del párrafo anterior, los datos principales que son necesarios para determinar el FAS, desde la perspectiva del diseño de procedimientos, incluyen:

- a) la latitud, longitud y altura del LTP/FTP por encima/debajo de la elipsoide WGS-84;
- b) la latitud y longitud del FPAP y el desplazamiento entre el FPAP y el LTP/FTP llamado FPAP  $\Delta$  (latitud y longitud);
- c) la altura del punto de franqueamiento del umbral de aproximación por encima del LTP/FTP;
- d) el ángulo de trayectoria de planeo;
- e) la anchura de rumbo en el umbral; y
- f) la distancia desde el extremo de la pista al FPAP (desplazamiento de longitud  $\Delta$ ).

Los elementos c) d) y e) los determina el diseñador de procedimientos.

*Nota.— El GPA generalmente es igual a tres grados. La TCH normalmente es igual a la publicada para el procedimiento ILS, si existe. El valor de la semianchura de rumbo generalmente es de 105 m para que sea equivalente a los procedimientos ILS.*

Cuando se ha determinado el FPAP, se puede hacer el cálculo del FPAP  $\Delta$  y del desplazamiento de longitud  $\Delta$ .

#### 5. CODIFICACIÓN DEL BLOQUE DE DATOS FAS PARA PROCEDIMIENTOS DE DESPLAZAMIENTO

5.1 Para procedimientos de desplazamiento, el bloque de datos FAS se codifica como se establece en este apéndice, añadiéndose lo siguiente:

- a) Tipo de operación

00 = aproximación desplazada.

- b) Punto de umbral de aterrizaje (LTP)/punto de umbral ficticio (FTP) — latitud

se codifica la latitud del FTP.

- c) Punto de umbral de aterrizaje (LTP)/punto de umbral ficticio (FTP) — longitud

se codifica la longitud del FTP.

- d) Altura del LTP/FTP por encima del elipsoide (HAE)

la HAE del FTP se codifica como la HAE del LTP.

- e) Altura de franqueamiento del umbral

se codifica la altura a la que la trayectoria de planeo cruza por encima del FTP.

- f) Anchura de rumbo en el umbral

se codifica la anchura de rumbo en el FTP.

- g) Desplazamiento de longitud  $\Delta$

el desplazamiento de longitud  $\Delta$  se codifica como cero.

5.2 *Emplazamiento del FTP respecto del LTP.* Para procedimientos de desplazamiento, el FTP se localiza sobre el radio del arco que se origina en la intersección del rumbo de aproximación final y la prolongación del eje de la pista y se traza a través del LTP. Esta orientación se ilustra en la Figura III-2-6-Ap A-1. Para procedimientos alineados, no codificados con relación al LTP, el FTP está en el eje de la pista o en su prolongación.

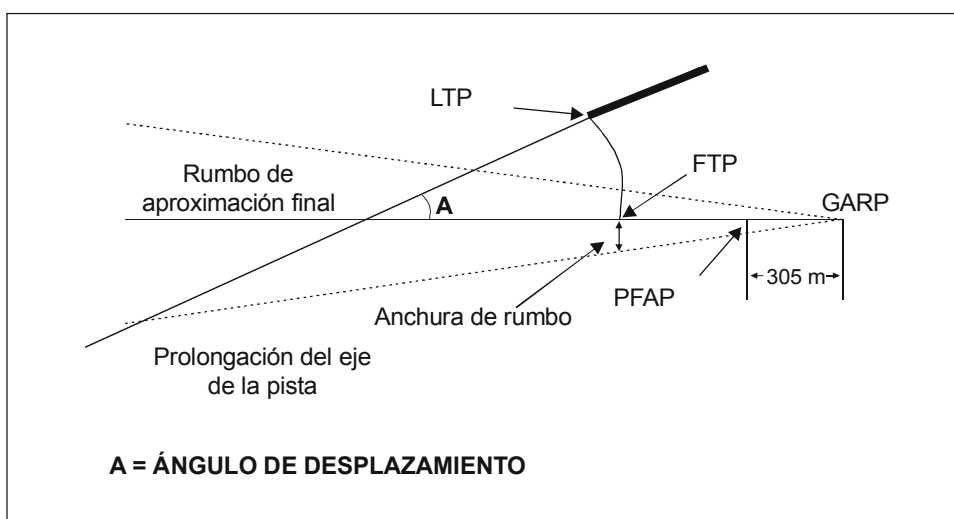


Figura III-2-6-Ap A-1. Emplazamiento del FTP respecto del LTP



## Apéndice B del Capítulo 6

### CODIFICACIÓN DEL BLOQUE DE DATOS FAS PARA GBAS

#### 1. GENERALIDADES

1.1 El bloque de datos FAS tiene el objetivo de proteger los datos y garantizar que se dé al usuario final lo que el diseñador de procedimientos tenía previsto. Algunos elementos del bloque de datos FAS no son responsabilidad del diseñador de procedimientos. La verificación por redundancia cíclica (CRC) debe calcularse con una herramienta de soporte lógico. El diseñador de procedimientos debería proporcionar datos de entrada alfanuméricos a una herramienta de soporte lógico apropiada que genere la cadena binaria que describe el bloque de datos FAS. A continuación se describen los datos de entrada alfanuméricos normalizados de los elementos del bloque de datos FAS.

1.2 Todos los datos empleados en la construcción del bloque de datos FAS requieren un proceso de control de calidad de alta integridad. El contenido del bloque de datos FAS debe protegerse con este proceso de control de calidad. Las herramientas de soporte lógico que se emplean en este proceso de control de calidad deben garantizar que se proporcione al usuario final lo que el diseñador de procedimientos tenía previsto. En la descripción de este apéndice se identifican las diferencias respecto de la descripción del Apéndice A del Capítulo 6 relativa a la codificación del bloque de datos FAS del GBAS.

*Nota.— En el Anexo 10, Volumen I, Adjunto D, 6.6 y 7.11, figuran textos de orientación sobre el bloque de datos FAS.*

#### 2. Diferencias en la codificación del bloque de datos FAS del SBAS

2.1 *Tipo de operación.* Proporciona información sobre si la operación es una trayectoria directa o si se trata de otra operación que debe definirse después. La convención de codificación es la siguiente:

0 = directo, que incluye procedimientos de desplazamiento  
1–15 = extra.

2.2 *Proveedor de servicios SBAS.* Lo utiliza sólo el SBAS.

2.3 *Designador de actuación de aproximación.* Este campo representa la información general sobre el diseño de aproximación. La convención de codificación es la siguiente:

0 = APV  
1 = Categoría I  
2 = Categoría II  
3 = Categoría III  
4–7 = extra

2.4 *Selector de datos de trayectoria de referencia (RPDS).* El RPDS es un identificador numérico que es único sobre una frecuencia en la región de radiodifusión y se utiliza para seleccionar el bloque de datos FAS.

*Nota 1.— El RPDS es el único identificador que se garantiza como exclusivo de un bloque, entre todos los bloques de datos FAS, dentro del alcance de radio de la estación de referencia en tierra y en la frecuencia sintonizada.*

*Nota 2.— Los valores 0-48 se seleccionan por medio de los canales del receptor.*

2.5 *Identificador de trayectoria de referencia.* Se codifica igual que para el SBAS, salvo que el carácter alfa directivo lo distingue de un procedimiento SBAS.

Ejemplo: G09A o L09A

El límite de alarma horizontal (HAL) y el límite de alarma vertical (VAL) no se incluyen en el bloque de datos FAS del GBAS.

---

### **Sección 3**

## **CONSTRUCCIÓN DE PROCEDIMIENTOS**





# **Capítulo 1**

## **PROCEDIMIENTOS DE SALIDA**

### **1.1 GENERALIDADES**

#### **1.1.1 Aplicación**

1.1.1.1 En este capítulo se describen los criterios de salida para procedimientos RNAV 1, RNAV 2 y RNP 1 básica.

1.1.1.2 Los criterios generales de la Parte I, Sección 3 y de la Parte III, Secciones 1 y 2, ampliados o modificados por los criterios de este capítulo, se aplican a los procedimientos de salida RNAV y RNP.

#### **1.1.2 Áreas secundarias**

El principio que rige las áreas secundarias se aplica a los tramos rectos (véase la Parte I, Sección 2, Capítulo 1, 1.2 y 1.3). Las áreas secundarias están limitadas a aquella parte del procedimiento en que la anchura total del área primaria es al menos igual a la semianchura del área en el primer punto de recorrido, como se indica en la Tabla III-3-1-1. Véase la Figura III-3-1-1.

#### **1.1.3 Longitud mínima del tramo**

Las distancias de longitud mínima del tramo figuran en las tablas de la Sección 2, Capítulo 1. En cuanto a construcción de la trayectoria media de vuelo, véase la Parte I, Sección 3, Apéndice del Capítulo 3.

#### **1.1.4 Anchuras de área**

1.1.4.1 Para RNAV 1, RNAV 2 y RNP 1 básica, la anchura total del área se obtiene uniendo las diversas anchuras de área en los puntos de referencia pertinentes. Para calcular las anchuras de área y las tolerancias subyacentes que se deben considerar en los cálculos, véase “XTT, ATT y semianchura del área” en la Sección 1 correspondiente al sensor apropiado, que son:

- a) DME/DME, Sección 1, Capítulo 3, 3.6;
- b) GNSS básico, Sección 1, Capítulo 2, 2.2; y
- c) SBAS, Sección 1, Capítulo 5, 5.1.2.

*Notas.—*

1. *Pueden desarrollarse soluciones con sensores múltiples en las que intervenga el uso de VOR/DME para contextos específicos. En esos casos, se aplica la Sección 1, Capítulo 4.*

2. Los criterios de salida SBAS que se detallan en la Sección 1, Capítulo 5, 5.1.2, se desarrollaron antes que el concepto de PBN y se conservan hasta que se introduzca una especificación de navegación pertinente.
3. Para aplicaciones RNP previas a la introducción de la PBN (véase la Sección 1, Capítulo 7), cuando el valor RNP promulgado disminuye en un punto del procedimiento, la anchura total del área, que se define en la Sección 1, Capítulo 7, 7.5: “XTT, ATT y semianchura del área”, disminuye del valor inicial al valor final, de acuerdo con la metodología que se detalla en la Sección 1, Capítulo 1, 1.4.

1.1.4.2 Donde se permita el uso de más de un tipo de sensor, p. ej., en RNAV 1, se aplica el mayor de los valores XTT, ATT y  $\frac{1}{2}$  A/W en cada punto de recorrido.

## 1.2 SALIDAS EN LÍNEA RECTA

La alineación de la derrota de salida inicial ( $\alpha \leq 15^\circ$ ) está determinada por la posición del primer punto de recorrido situado después del extremo de salida de la pista (DER).

## 1.3 ANCHURA DEL ÁREA AL COMIENZO DE LA SALIDA

1.3.1 Para la construcción de la anchura del área al comienzo de la salida, se aplican los criterios generales (véase la Parte I, Sección 3) hasta que los límites de ensanchamiento alcanzan el límite exterior del área ficticia (véase la Figura III-3-1-1) desde donde sigue la anchura del área ficticia hasta el primer punto de recorrido del procedimiento de salida. El área ficticia comienza en el DER y se extiende hasta el primer punto de recorrido. La semianchura de esta área en el DER y en el primer punto de recorrido varía según el tipo de sensor (véase la Tabla III-3-1-1).

1.3.2 Después de extenderse inicialmente en el DER, la anchura del área cambia a 15 NM del DER y luego a 30 NM del ARP. Para cada cambio, se utiliza una abertura de  $15^\circ$  a cada lado de la derrota, de conformidad con la metodología que se detalla en la Sección 1, Capítulo 1, 1.4.3. Véase la Figura III-3-1-1.

## 1.4 SALIDAS CON VIRAJE

### 1.4.1 Generalidades

1.4.1.1 Pueden prescribirse cuatro tipos de viraje:

- a) viraje en un punto de recorrido “de paso”;
- b) viraje en un punto de recorrido “de sobrevuelo” (que corresponde a un viraje en un TP designado);
- c) viraje a una altitud/altura dada (evitar con procedimientos RNP); y
- d) virajes de radio fijo (RF).

*Nota.— No se requiere la funcionalidad RF en RNAV 1, RNAV 2 o RNP 1 básica. Se trata de una función que se recomienda en algunas aplicaciones regionales (p. ej., P-RNAV). Si un Estado desea aplicar virajes RF, esto necesita tratarse en las normas nacionales e indicarse convenientemente en la AIP y en la carta. Los criterios de representación cartográfica figuran en la Parte 3, Sección 5.*

1.4.1.2 Siempre que el margen de franqueamiento de obstáculos y otras consideraciones lo permitan, serán preferibles los virajes en un punto de recorrido “de paso”.

1.4.1.3 Para que la aeronave pueda efectuar adecuadamente el viraje, cada viraje individual especificado deberá ser de al menos 5° y nunca exceder de 120°. Sin embargo, el valor máximo de 120° no se aplica en el caso de un viraje (ya sea a una altitud/altura dada o en un TP designado) con viraje libre de regreso a un punto de recorrido.

## 1.4.2 Protección de virajes

Para la protección de un viraje a una altitud/altura, en un punto de recorrido de paso, de sobrevuelo, o un viraje de radio fijo, véase la Sección 2, Capítulo 2, “Protección de virajes y evaluación de obstáculos”.

**Tabla III-3-1-1. Semianchura del área ficticia**

<i>Tipo de procedimiento</i>	<i>Semianchura del área</i>
RNAV 2	4,19 km (2,26 NM) si la actualización del DME lo permite; 3 704 m (2,00 NM) en otros casos
RNAV 1	3 111 m (1,68 NM) si la actualización del DME lo permite; 3 704 m (2,00 NM) en otros casos
RNP 1 básica	3 704 m (2,00 NM)

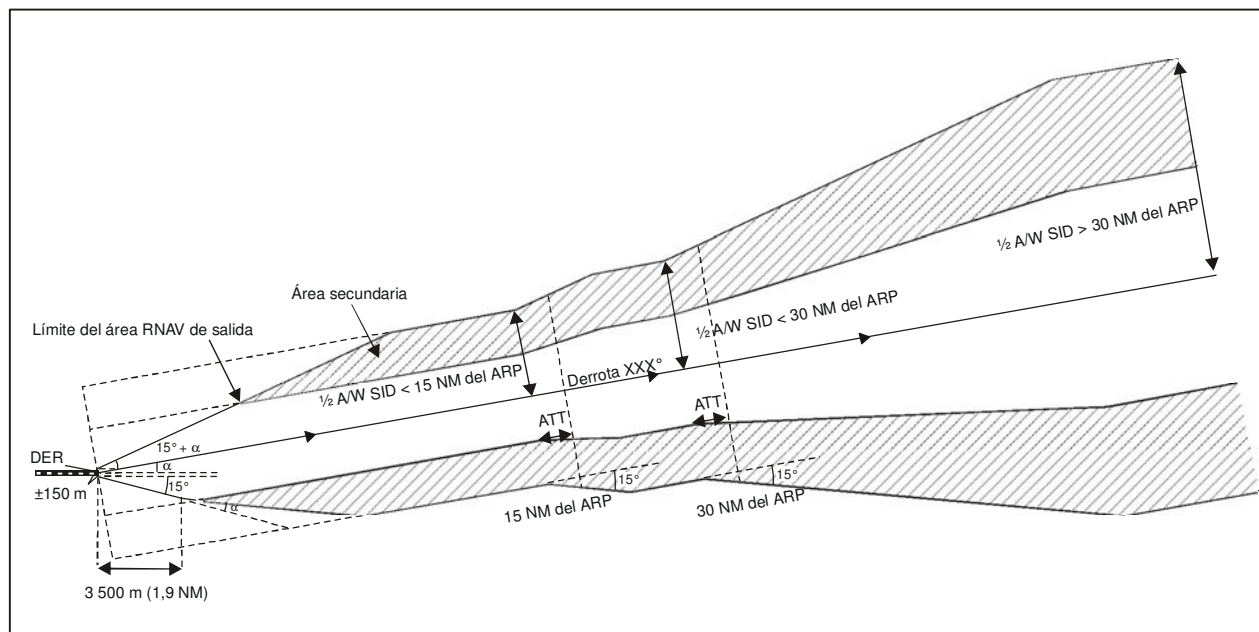


Figura III-3-1-1. Salida en línea recta

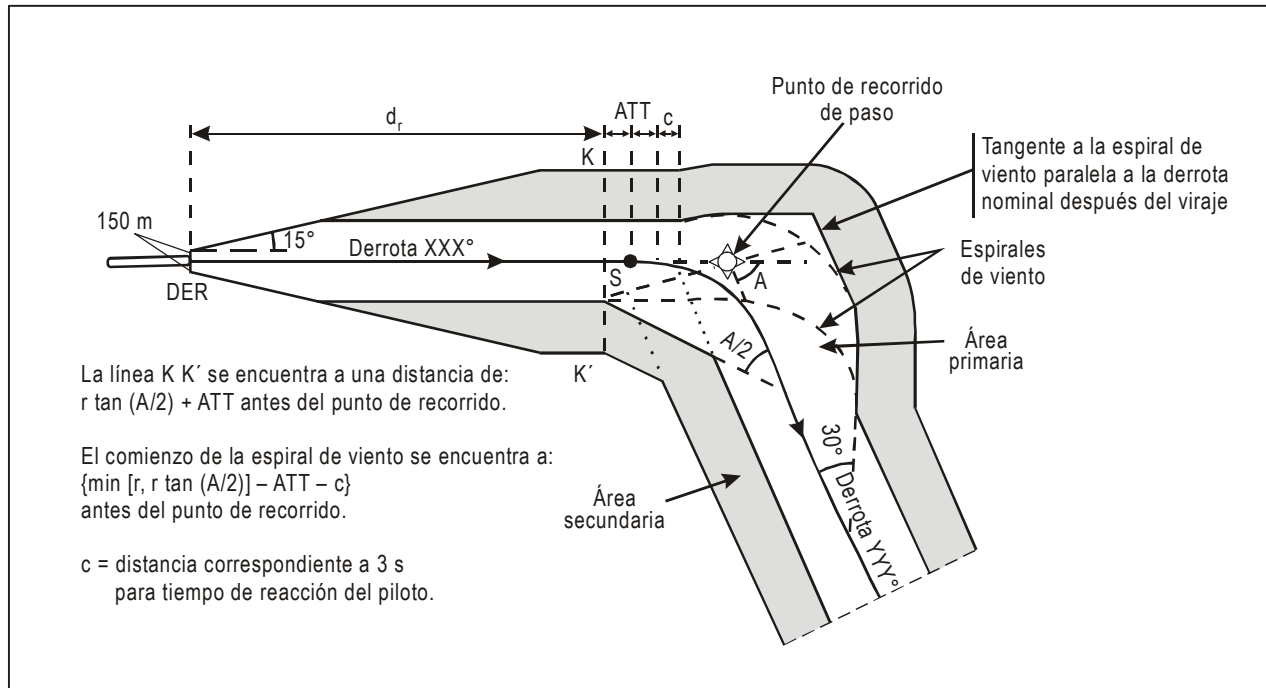


Figura III-3-1-3. Viraje en un punto de recorrido de paso

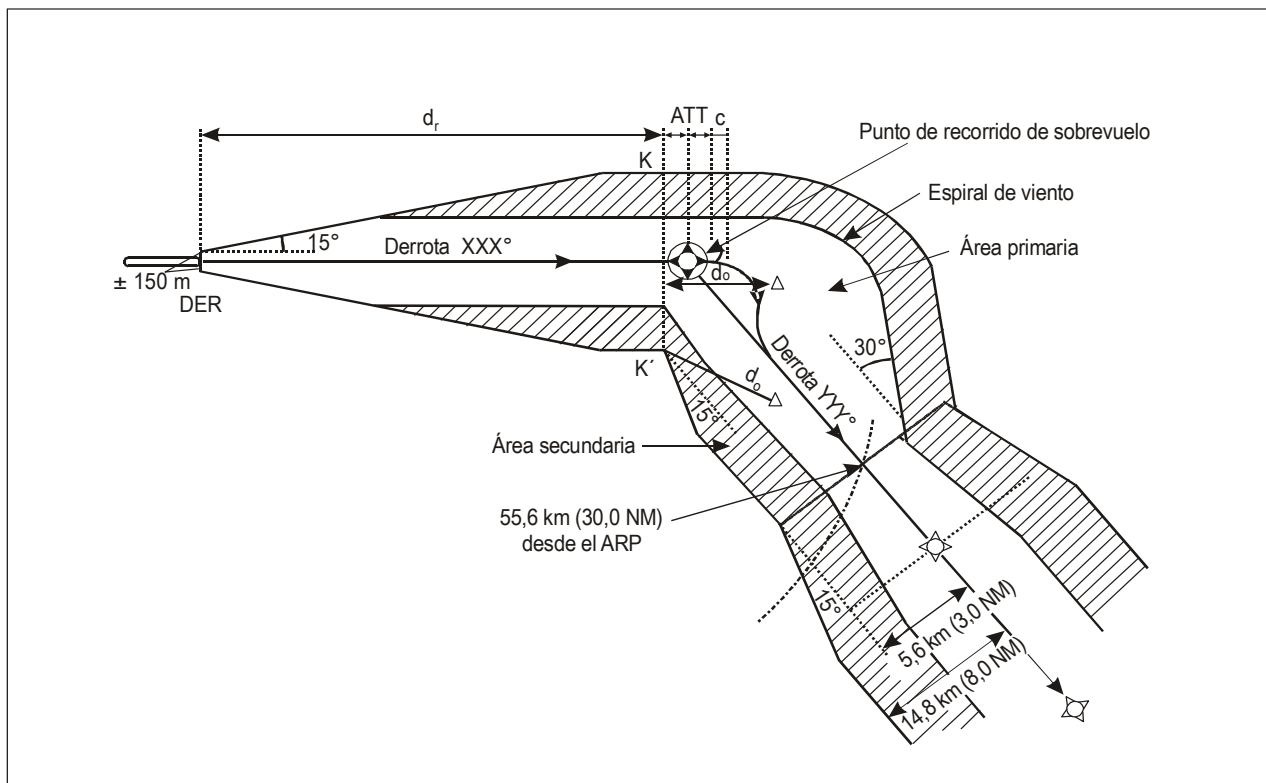
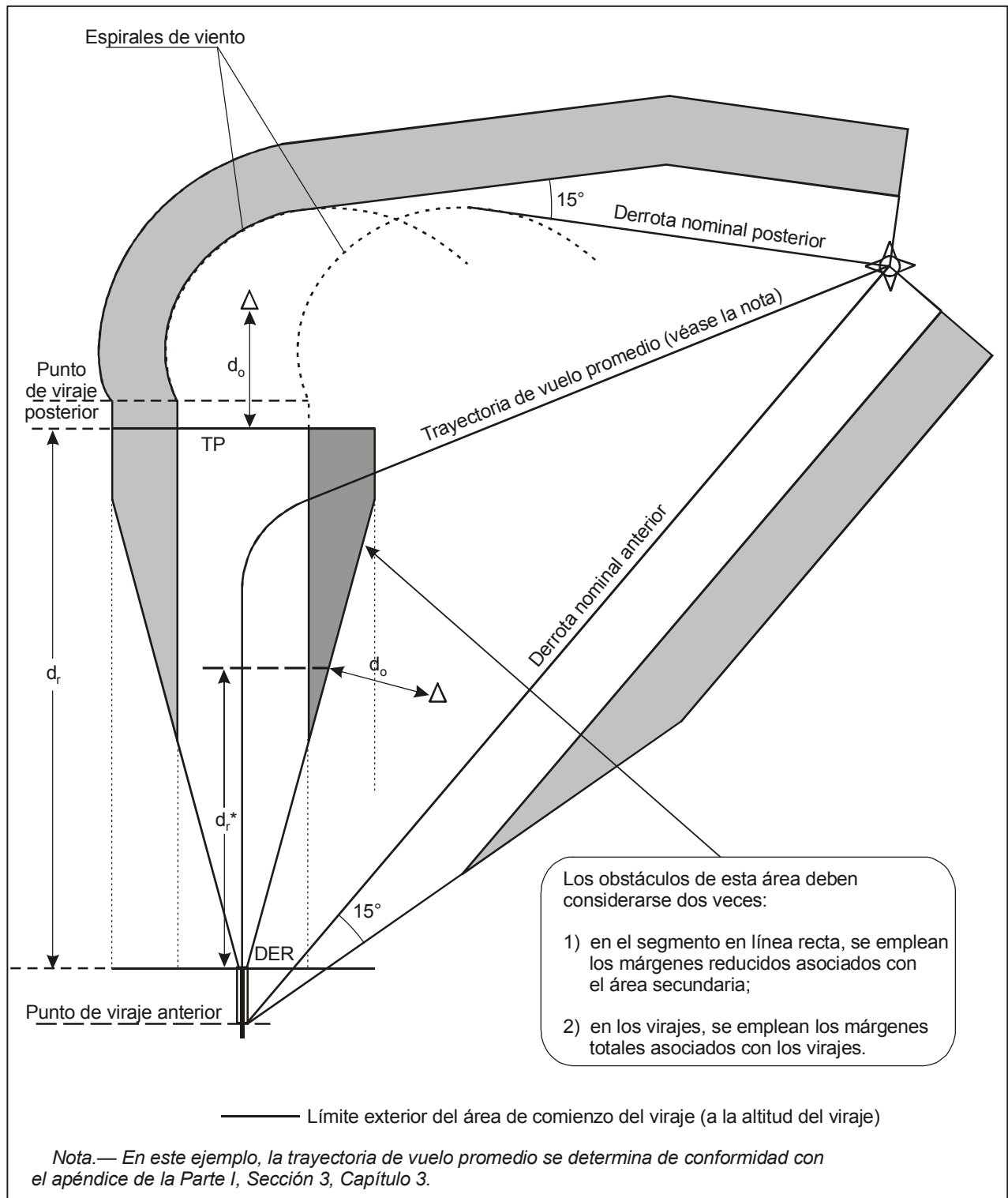


Figura III-3-1-4. Viraje en un punto de recorrido de sobrevuelo



**Figura III-3-1-5. Viraje a una altitud/altura dada hacia un punto de recorrido**

## **Capítulo 2**

# **PROCEDIMIENTOS DE LLEGADA Y APROXIMACIÓN**

### **2.1 GENERALIDADES**

#### **2.1.1 Aplicación**

2.1.1.1 En este capítulo se describen los criterios de llegada, aproximación inicial e intermedia y aproximación frustrada final para los procedimientos RNAV 2, RNAV 1, RNP 1 básica y RNP APCH. Los criterios para aproximación final y para las aproximaciones frustradas inicial e intermedia, son específicos de la clasificación de aproximaciones (NPA, APV y de precisión) y se abordan en capítulos independientes.

*Nota.— Los criterios para los procedimientos RNP AR APCH se detallan en el Manual sobre diseño de procedimientos para la autorización requerida de la performance de navegación requerida (RNP AR) (Doc 9905).*

2.1.1.2 Los criterios generales de la Parte I y la Parte III, Secciones 1 y 2, ampliados o modificados por los criterios de este capítulo, se aplican a los procedimientos de llegada y aproximación RNAV y RNP.

#### **2.1.2 Áreas secundarias**

Se aplican los criterios generales para áreas secundarias (véase la Parte I, Sección 2, Capítulo 1, 1.2 y 1.3).

#### **2.1.3 Longitud mínima del tramo**

Las distancias de longitud mínima del tramo figuran en las tablas de la Sección 2, Capítulo 1.

#### **2.1.4 Anchuras de área**

2.1.4.1 Para calcular las anchuras de área y las tolerancias subyacentes que intervienen en estos cálculos, véase “XTT, ATT y semianchura del área” en la Sección 1 correspondiente al sensor apropiado, que son:

- a) DME/DME, Sección 1, Capítulo 3, 3.6;
- b) GNSS básico, Sección 1, Capítulo 2, 2.2; y
- c) SBAS, Sección 1, Capítulo 5, 5.2.3.

2.1.4.2 La anchura total del área resulta de unir las diferentes anchuras de área en los puntos de referencia pertinentes, a excepción de los puntos de enlace entre el tramo intermedio y el de aproximación final, y entre el tramo en ruta y el de aproximación inicial, en cuyos casos debería aplicarse la metodología que se detalla en la Parte III, Sección 1, Capítulo 1, 1.4.

### 2.1.5 Concepto de diseño en barra Y o T para procedimientos RNAV

Para una descripción detallada de los procedimientos de aproximación que no son de precisión basados en el concepto de barra Y o T, consúltese la Sección 2, Capítulo 3, “Construcción de procedimientos RNAV con barras “T” o “Y”.

## 2.2 RUTAS DE LLEGADA

### 2.2.1 Generalidades

Los criterios de franqueamiento de obstáculos en llegada se aplicarán hasta el punto de referencia de aproximación inicial o de aproximación intermedia (véase la Parte I, Sección 4, Capítulo 2). Véanse las Figuras III-3-2-1 y III-3-2-2.

### 2.2.2 Altitud mínima de sector/altitud de llegada a terminal

En cuanto a la altitud mínima de sector, véase la Sección 2, Capítulo 4, “Altitud de llegada a terminal (TAA)”. Cuando no se proporcionen valores de TAA, se publicará una altitud mínima de sector. Se aplican las disposiciones de la Parte I, Sección 4, Capítulo 8, “Altitudes mínimas de sector (MSA)”, salvo que en el caso del GNSS se establecerá un sector omnidireccional único. El sector tiene su centro en la longitud y la latitud del punto de referencia del aeródromo.

## 2.3 TRAMO DE APROXIMACIÓN INICIAL

### 2.3.1 Tramos rectos

#### 2.3.1.1 Alineación en la aproximación inicial

2.3.1.1.1 Para los procedimientos de aproximación que no son de precisión, el ángulo de interceptación entre una derrota de aproximación inicial y otra derrota inicial no excederá de 120°. Los cambios de derrota de más de 90° en un punto de recorrido deberían evitarse. Los virajes de más de 90° deberían adaptarse mediante más de un punto de recorrido o empleando un tramo RF.

2.3.1.1.2 El ángulo de interceptación entre una derrota de aproximación inicial y la derrota intermedia no excederá de 90°.

2.3.1.1.3 Para los procedimientos de aproximación con guía vertical y los procedimientos de aproximación de precisión, el ángulo de interceptación entre la derrota de aproximación inicial y la derrota intermedia no excederá de 90°.

2.3.1.2 *Longitud del área de aproximación inicial.* Para GNSS básico, la longitud óptima del tramo de aproximación inicial es de 9 km (5 NM) [Cat H, 6 km (3 NM)]. Si el tramo inicial viene precedido por una ruta de llegada, la distancia mínima será de 11,1 km (6,0 NM) para permitir su fusión.

2.3.1.3 *Anchura del área de aproximación inicial.* Los criterios generales de la Parte I, Sección 4, Capítulo 3, 3.3.3, “Área”, se aplican con las modificaciones de este capítulo. La anchura total del área se obtiene uniendo las diversas anchuras de área en los puntos de referencia pertinentes. Se aplica el principio de las áreas secundarias. En cuanto a anchuras de área, véase 2.1.4, “Anchuras de área”.



### 2.3.2 Protección de virajes

Para la protección de viraje en un punto de recorrido de paso, de sobrevuelo o un viraje de radio fijo, véase la Sección 2, Capítulo 2, “Protección de virajes y evaluación de obstáculos”.

(Véanse también los ejemplos en las Figuras III-3-2-3 y III-3-2-4).

### 2.3.3 Procedimientos de inversión

Los procedimientos RNAV deberían diseñarse de forma de evitar la necesidad de procedimientos de inversión. No obstante, cuando un procedimiento requiera una inversión de derrota, deberá establecerse un circuito de hipódromo.

## 2.4 TRAMO DE APROXIMACIÓN INTERMEDIA

### 2.4.1 Alineación en la aproximación intermedia

2.4.1.1 Para los procedimientos de aproximación que no son de precisión, el tramo de aproximación intermedia debería alinearse con el tramo de aproximación final siempre que sea posible. Cuando sea necesario un viraje en el FAF, el ángulo no excederá de 30° (Cat H, 60°).

2.4.1.2 Para los procedimientos de aproximación con guía vertical y los procedimientos de aproximación de precisión, el tramo de aproximación intermedia deberá alinearse con el tramo de aproximación final.

### 2.4.2 Longitud de la aproximación intermedia

2.4.2.1 El tramo intermedio podrá consistir en dos componentes:

- a) un componente de viraje (cuando corresponda) seguido por
- b) una componente recta inmediatamente antes del punto de recorrido de aproximación final.

2.4.2.2 La longitud de la componente recta es variable, pero no será menor que 3,70 km (2,00 NM). Esto permitirá a la aeronave estabilizarse antes de sobrevolar el punto de recorrido de aproximación final. La longitud de la componente de viraje es la distancia mínima de estabilización para el ángulo de viraje en el IF y puede obtenerse a partir de lo indicado en la Sección 2, Capítulo 1, Tabla III-2-1-3 o III-2-1-9.

2.4.2.3 Para GBAS se aplican criterios específicos (véase el Capítulo 6).

### 2.4.3 Anchura del área de aproximación intermedia

DME/DME, GNSS básico y RNP. La anchura total del área se obtiene uniendo las anchuras del área en el IF y en el FAF. Se aplica el principio de áreas secundarias.

*Nota.— No es aplicable cuando se produce un cambio de valor RNP en el punto de referencia intermedio.*

#### **2.4.4 Protección de virajes en el FAF**

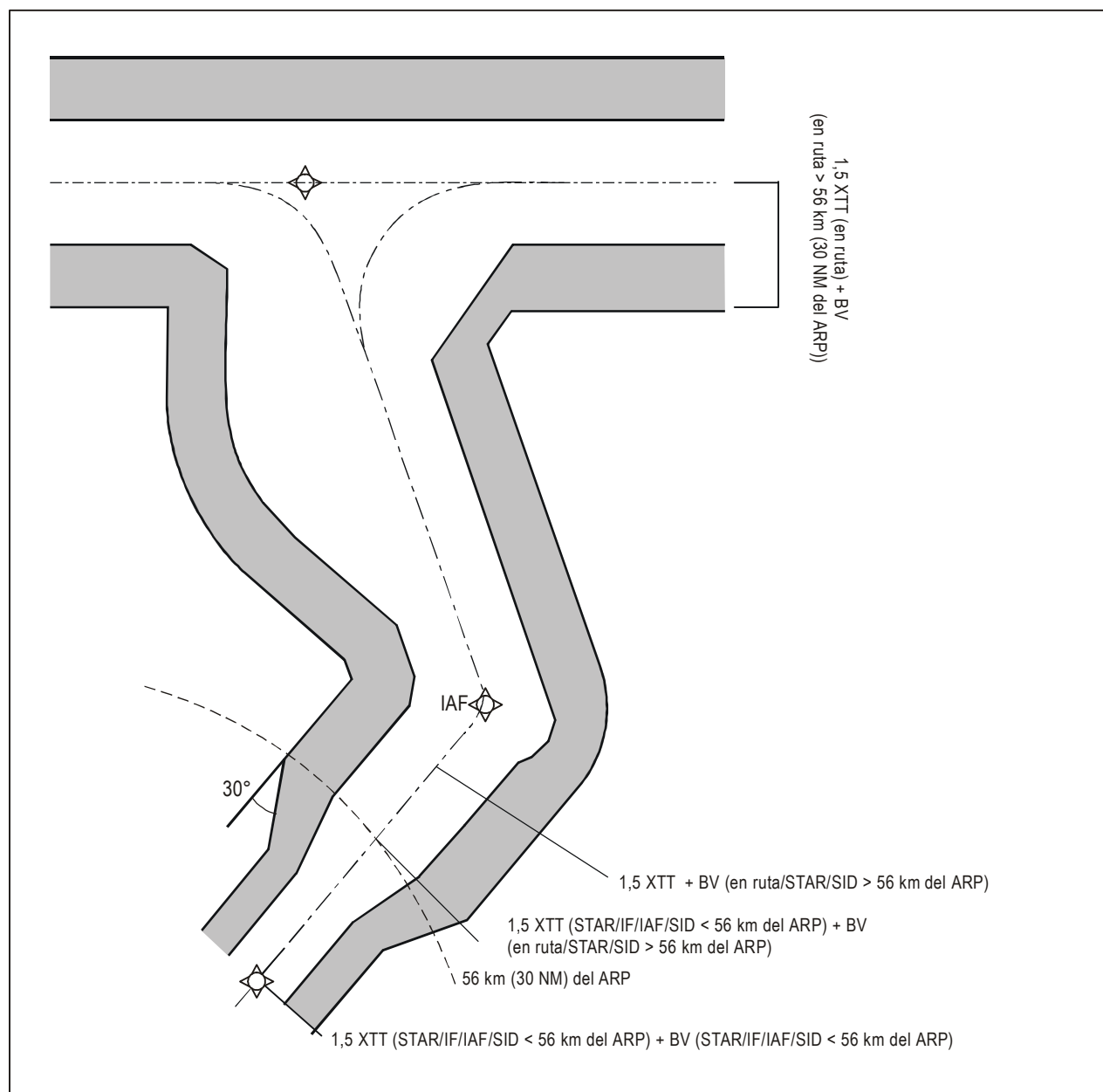
Véase la Sección 2, Capítulo 2, “Protección de virajes y evaluación de obstáculos”.

### **2.5 APROXIMACIÓN FRUSTRADA CON VIRAJE**

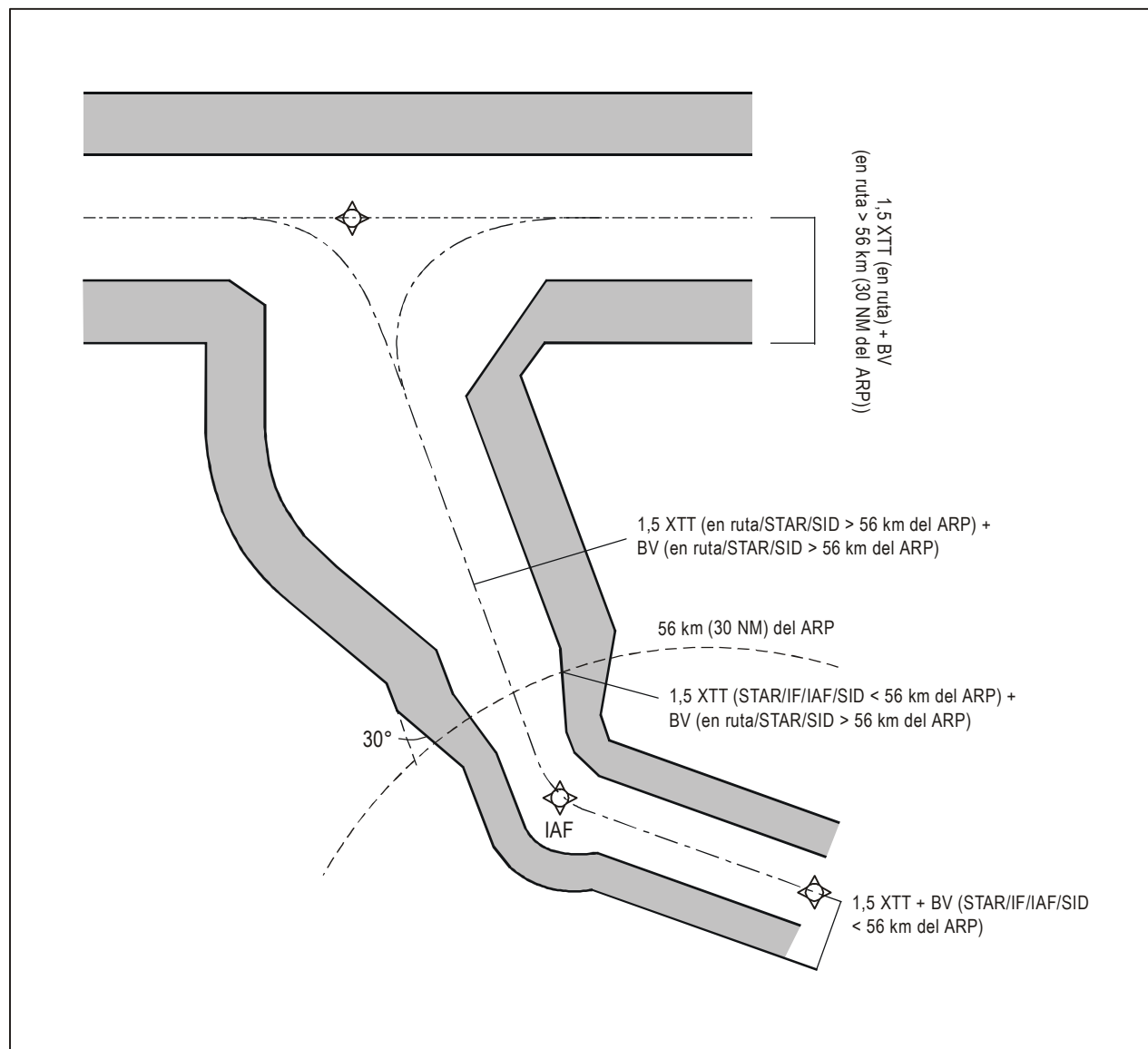
Se aplican los criterios generales de la Parte I, Sección 4, Capítulo 6, 6.4.2, “Generalidades” y 6.4.3, “Parámetros de viraje”. Véanse también 6.4.6.4, “Franqueamiento de obstáculos en el área de viraje” y 6.4.7, “Viraje especificado en el MAPt”. Para protección de virajes y evaluación de obstáculos, véase la Parte III, Sección 2, Capítulo 2, “Protección de virajes y evaluación de obstáculos”. Para procedimientos de aproximación frustrada con receptores GNSS que no proporcionan guía de derrota continua después del MAPt, debería utilizarse únicamente un tramo DF para el diseño del primer tramo de la aproximación frustrada.

### **2.6 FINAL DEL TRAMO DE APROXIMACIÓN FRUSTRADA**

El punto de recorrido que defina el final del tramo de aproximación frustrada estará situado en el punto en que la aeronave, ascendiendo con la pendiente mínima prescrita para cada tramo, alcanza la altitud mínima para vuelo en ruta o vuelo en espera, según corresponda.



**Figura III-3-2-1. Llegada — IAF mayor o igual que 56 km (30 NM) del ARP**



**Figura III-3-2-2. Llegada — IAF menor que 56 km (30 NM) del ARP**

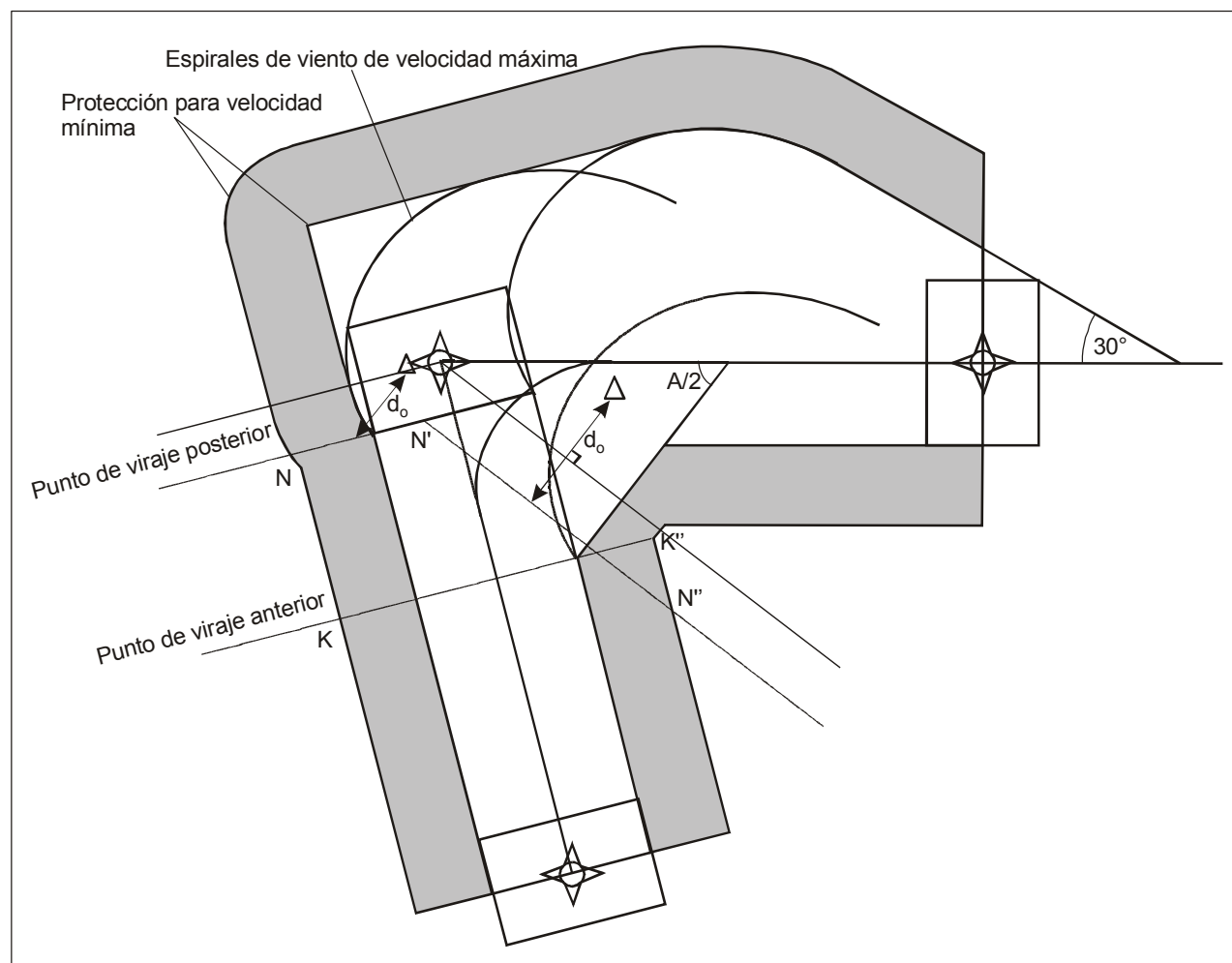


Figura III-3-2-3. Viraje en un punto de recorrido de paso



## **Capítulo 3**

# **PROCEDIMIENTOS DE APROXIMACIÓN QUE NO SON DE PRECISIÓN**

### **3.1 GENERALIDADES**

#### **3.1.1 Aplicación**

3.1.1.1 En este capítulo se describen los criterios de una aproximación que no es de precisión para procedimientos RNP APCH.

3.1.1.2 Se aplican los criterios generales de la Parte I, Sección 3, y Parte III, Secciones 1 y 2, que se amplían o modifican con los criterios de este capítulo.

### **3.2 TRAMO DE APROXIMACIÓN FINAL**

#### **3.2.1 Alineación en aproximación final**

La derrota de aproximación final debería alinearse con el eje de la pista; si esto no fuera posible, se aplican los criterios de la Parte I, Sección 4, Capítulo 5, 5.2, “Alineación”.

#### **3.2.2 Longitud de la aproximación final**

La longitud óptima es de 9,3 km (5,0 NM) [Cat H, 3 704 m (2,0 NM)], pero normalmente no debería exceder de 18,5 km (10,0 NM). La longitud mínima del tramo final y la distancia entre el FAF y el umbral no será inferior a 5,6 km (3,0 NM) excepto para Cat H.

#### **3.2.3 Anchura del área de aproximación final**

3.2.3.1 Se aplican los principios de áreas secundarias.

3.2.3.2 El área del tramo de aproximación final se obtiene a partir de la semianchura del área publicada para el MAPt y de la metodología de confluencia de áreas que se detalla en la Parte III, Sección 1, Capítulo 1, 1.4.3.

3.2.3.3 En cuanto a anchuras del área, véase la Parte III, Sección 1, Capítulo 2, “Procedimientos RNAV con GNSS básico”.

#### **3.2.4 Franqueamiento de obstáculos**

El margen mínimo de franqueamiento de obstáculos en el área primaria es de 75 m (246 ft).

### 3.2.5 Pendiente de descenso

Se aplican los criterios generales de la Parte I, Sección 4, Capítulo 5, 5.3, “Pendiente de descenso”.

## 3.3 TRAMO DE APROXIMACIÓN FRUSTRADA INICIAL E INTERMEDIA

Se aplican los criterios generales modificados por el contenido de este texto.

### 3.3.1 Punto de aproximación frustrada (MAPt)

El punto de aproximación frustrada (MAPt) se definirá mediante un punto de recorrido de sobrevuelo.

### 3.3.2 Emplazamiento del MAPt

Para aproximaciones alineadas con la pista, el punto de aproximación frustrada deberá encontrarse antes del umbral o en el propio umbral. Cuando el tramo final no esté alineado con el eje de la pista, la ubicación óptima será la intersección de la derrota de aproximación final y la prolongación del eje de la pista (véase la Figura III 3-3-1). Cuando sea necesario, se puede alejar el MAPt del umbral hacia el FAF, siempre que la OCA/H no sea inferior a la altitud/altura en el MAPt en una pendiente de descenso nominal de 5,2% (3°) o a la pendiente de descenso promulgada si fuera más pronunciada. Para cumplir esta condición puede ser necesario un incremento de la OCA/H.

### 3.3.3 Longitud del área de aproximación frustrada

Los valores mínimos de longitud del tramo entre el MAPt y el MATF o el MAHF se indican en la Tabla III-2-1-4 o en la Tabla III-2-1-10.

### 3.3.4 Anchura del área de aproximación frustrada

3.3.4.1 El punto de aproximación frustrada (MAPt) anterior se determina mediante el valor de ATT en el MAPt. En cuanto a valores de ATT, véase la Sección 1, Capítulo 2, 2.2 para GNSS básico.

3.3.4.2 A partir de este punto, el área se ensancha 15° a cada lado de la derrota de aproximación frustrada hasta alcanzar la anchura del área en el MATF anterior (área primaria más áreas secundarias). Véanse las Figuras III-3-3-2 y III-3-3-3.

### 3.3.5 Anchura del área de aproximación frustrada para SBAS

#### 3.3.5.1 *Aproximación frustrada en línea recta*

Para el segmento en línea recta desde el MAPt hasta el punto de viraje anterior de una aproximación frustrada con viraje, el sistema permanece en modo NPA. Por lo tanto, la semianchura del área es igual a 1,9 km (1,0 NM) y la tolerancia paralela a la derrota es  $\pm 0,6$  km (0,3 NM) hasta el punto de comienzo del viraje. Se aplica el principio de áreas secundarias. Véase la Figura III-3-3-4.

#### 3.3.5.2 *Aproximación frustrada con viraje*

En el punto de viraje anterior de una aproximación frustrada con viraje el sistema vuelve al modo terminal. Por lo tanto, para el tramo siguiente la semianchura del área es igual a 5,6 km (3,0 NM).



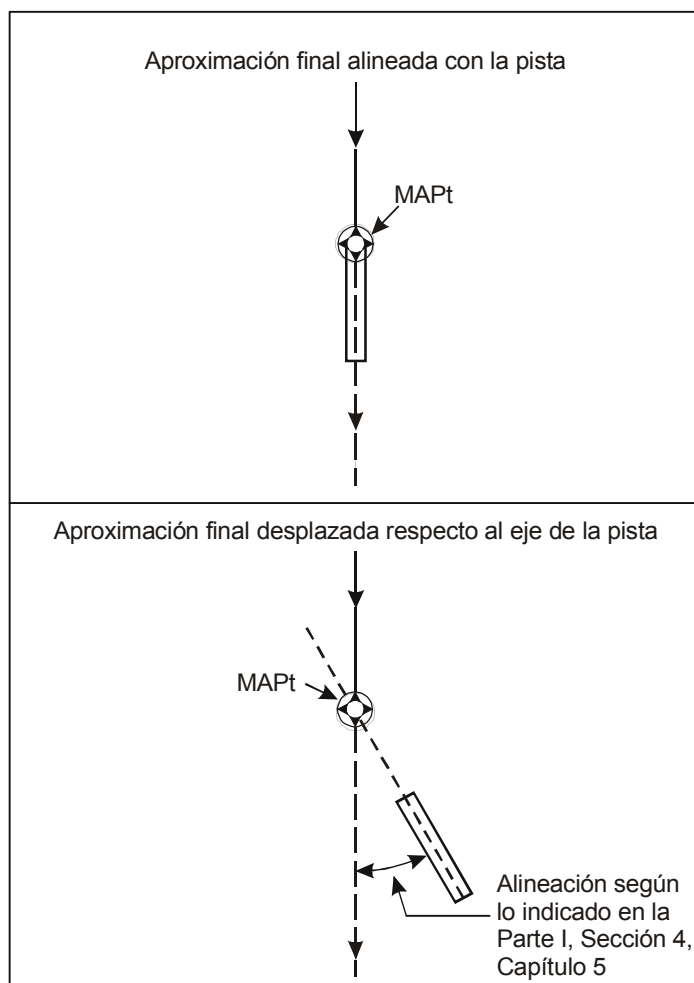


Figura III-3-3-1. Emplazamiento del MAPt

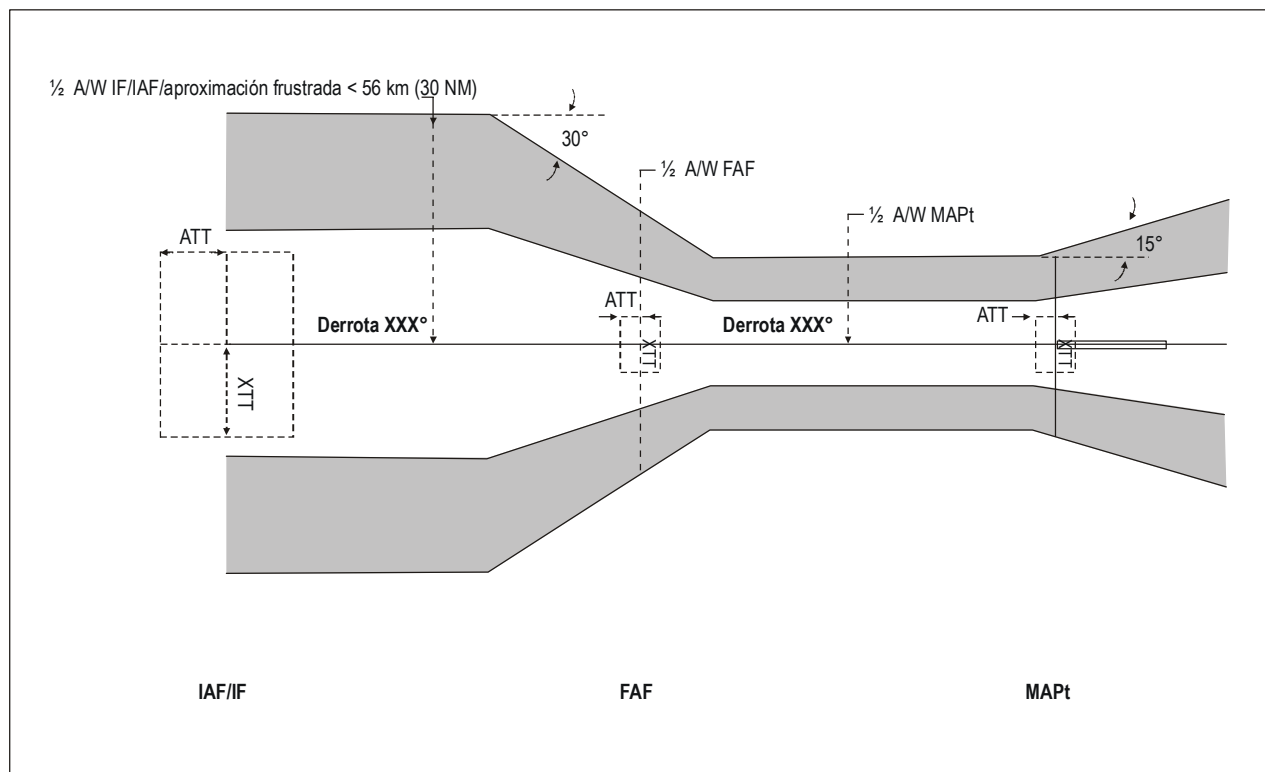


Figura III-3-3-2. Áreas RNP APCH

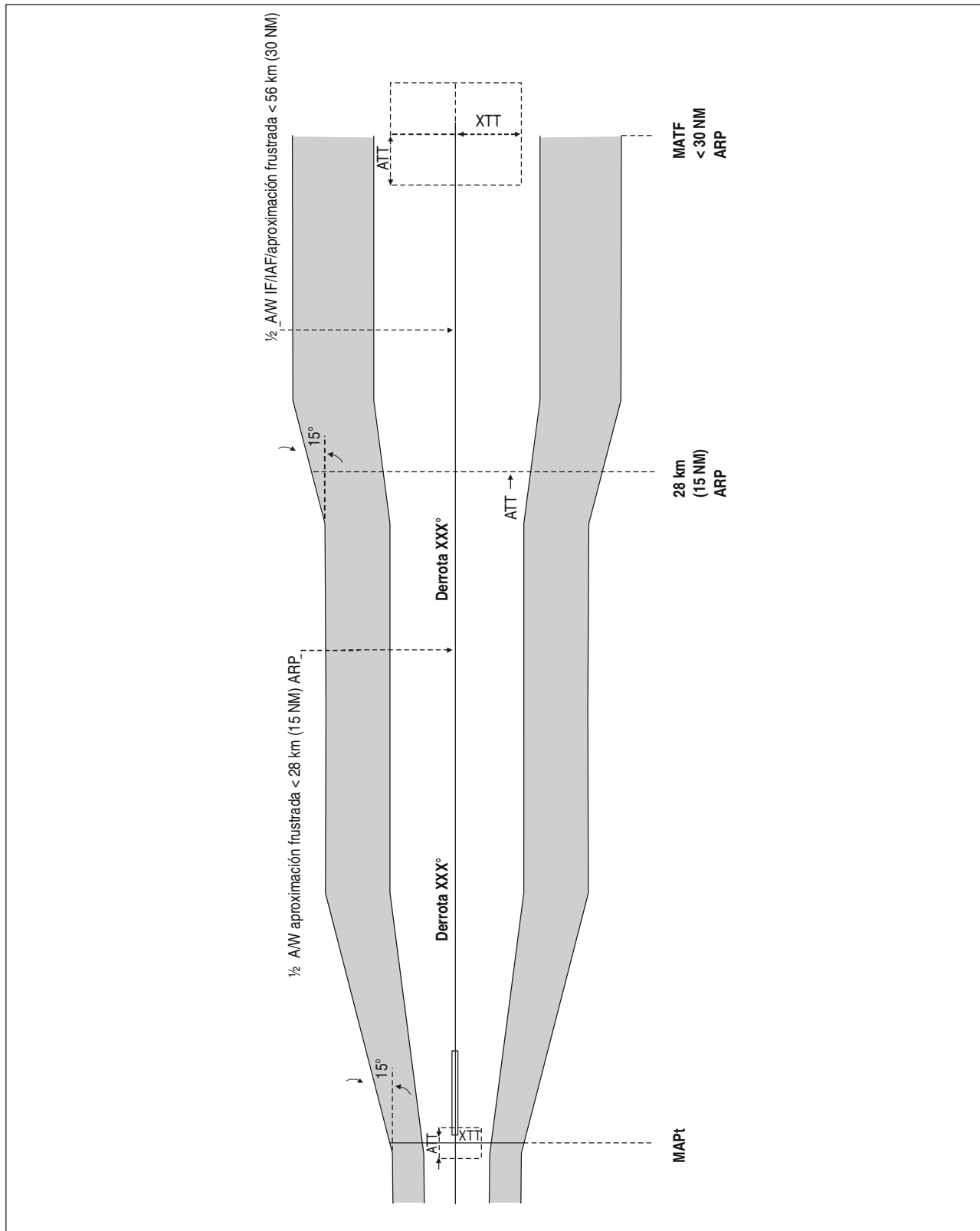
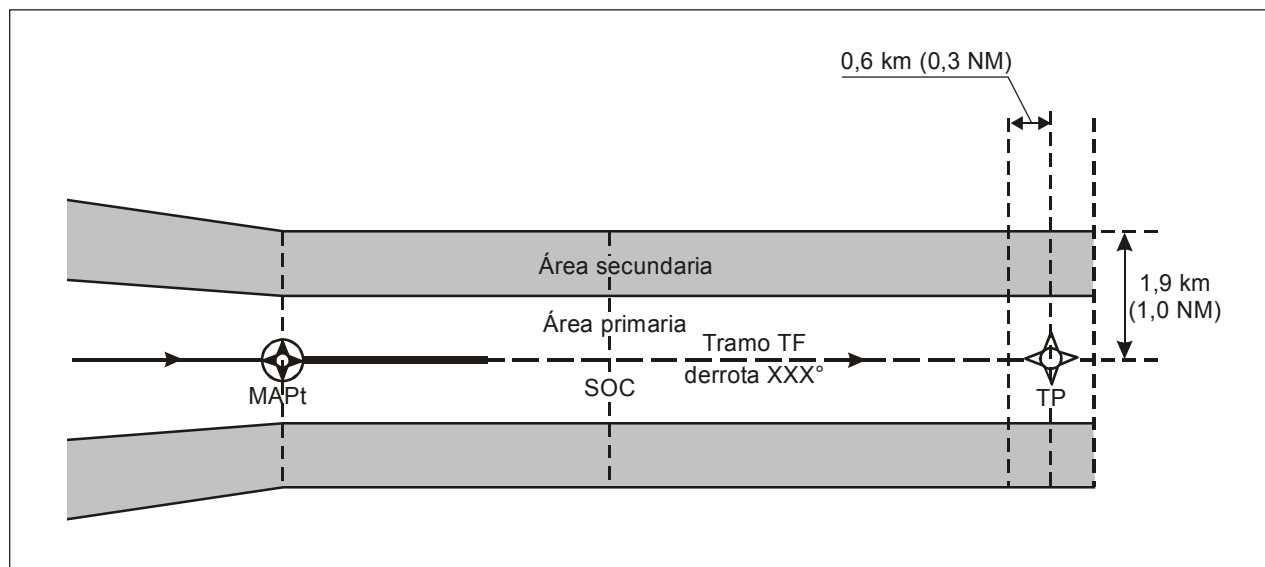


Figura III-3-3-3. Áreas de aproximación frustrada RNP APCH



**Figura III-3-3-4. Anchura del área de aproximación frustrada para SBAS**

## **Capítulo 4**

### **APV/NAVEGACIÓN VERTICAL BAROMÉTRICA (BARO-VNAV)**

*Nota 1.— La navegación vertical barométrica (baro-VNAV) es un sistema de navegación que presenta al piloto una guía vertical calculada en referencia a un ángulo de trayectoria vertical especificado (VPA), nominalmente de 3°. La guía vertical calculada por computadora se basa en la altitud barométrica y se especifica como ángulo de trayectoria vertical desde la altura del punto de referencia (RDH).*

*Nota 2.— Los criterios APV/baro-VNAV que figuran en este capítulo no incluyen criterios para el diseño de procedimientos RNP AR APCH. El franqueamiento de obstáculos verticales para APV/baro-VNAV basándose en RNP AR APCH se deriva de una ponderación del error vertical (VEB). Esta VEB no se utiliza en criterios APV/baro-VNAV cuando se aplican diferentes criterios de diseño.*

*Nota 3.— En este capítulo, las distancias y alturas relacionadas con las superficies de franqueamiento de obstáculos se expresan siempre en unidades del SI. Las distancias y alturas se miden con relación al umbral (positivas antes/por encima del umbral, negativas después/por debajo del umbral). Cuando se requieran unidades ajenas al SI, deberán realizarse las correspondientes conversiones de acuerdo con los criterios GBAS (véase el Capítulo 6).*

#### **4.1 GENERALIDADES**

4.1.1 En este capítulo se describen los criterios APV/baro-VNAV. Los criterios generales y las Secciones 1, 2 y 3, ampliados o modificados por los criterios de este capítulo, se aplican. Los criterios asociados a la performance de navegación lateral (LNAV) se basan en los criterios RNP APCH que se detallan en el Capítulo 3.

4.1.2 Los procedimientos de aproximación baro-VNAV se clasifican como procedimientos por instrumentos en apoyo a operaciones de aproximación y aterrizaje con guía vertical (APV). En éstos se utiliza una DA/H y no una MDA/H, y no se identifica ningún FAF ni ningún punto de aproximación frustrada (MAPt); se utilizan superficies de evaluación de obstáculos similares a las del ILS, pero basadas en el sistema específico de guía lateral.

4.1.3 Los procedimientos baro-VNAV se utilizan conjuntamente con los procedimientos LNA únicamente. Los FAF y MAPt de los procedimientos LNAV únicamente se utilizan para definir las áreas, pero no forman parte de los procedimientos VNAV.

4.1.4 No se autorizarán procedimientos baro-VNAV con reglaje del altímetro a distancia.

4.1.5 La construcción de un procedimiento baro-VNAV implica tres etapas:

- a) determinación del VPA y de la superficie de aproximación final (FAS);
- b) construcción de la OAS-APV; y
- c) cálculo de la OCA/H basado en obstáculos que penetran en la OAS-APV.

4.1.6 El Anexo 14 no contiene orientación sobre requisitos de infraestructura de pistas para las operaciones de aproximación y aterrizaje con guía vertical. A fin de evaluar si la pista es apropiada para un procedimiento de aproximación con guía vertical, esa pista y la OLS asociada deberían cumplir al menos los requisitos del Anexo 14 para pistas de aproximación que no son de precisión si la OCH no es inferior a 90 m (300 ft) y para la pista de aproximación de precisión Cat I si la OCH es inferior a 90 m (300 ft).

## 4.2 CONDICIONES NORMALIZADAS

*Nota.— En el Manual sobre navegación basada en la performance (PBN), Volumen II, Apéndice A (Doc 9613) figura orientación sobre el proceso de aprobación, los requisitos de la aeronave y los requisitos de sistemas de a bordo para las operaciones APV/baro-VNAV.*

4.2.1 Las aeronaves equipadas con aviónica SBAS de clase 2, 3 ó 4 pueden usar guía vertical SBAS en vez de guía vertical barométrica cuando efectúan un procedimiento baro-VNAV elaborado de conformidad con este capítulo, a condición de que el Estado haya determinado que el error del sistema de navegación vertical SBAS es 27 m o menos.

4.2.2 La utilización de procedimientos baro-VNAV elaborados de conformidad con este capítulo implica suponer que se aplica un límite inferior a la OCA/H de la forma siguiente:

- a) 75 m, siempre que las superficies de aproximación interna, de transición interna y de aterrizaje interrumpido del Anexo 14, hayan sido evaluadas y no se haya penetrado en ellas; y
- b) 90 m en todos los demás casos.

4.2.3 El VPA óptimo promulgado será de 3°; no será inferior a 3° ni superior a 3,5°. Véase 4.3.5.2.2, “Determinación de la temperatura mínima promulgada”.

4.2.4 La altura de referencia será de 15 m (50 ft).

4.2.5 Las alturas de todos los obstáculos se indicarán tomando la elevación del umbral como referencia.

## 4.3 TRAMO APV

4.3.1 *Generalidades.* El tramo APV para baro-VNAV está alineado con la prolongación del eje de la pista y contiene el tramo final de descenso para el aterrizaje, así como los tramos inicial, intermedio y final de aproximación frustrada.

4.3.2 *OAS APV.* La OAS APV comienza en el punto de aproximación final (FAP), situado en la intersección de la trayectoria vertical y la altura mínima especificada para el tramo precedente. Normalmente, el FAP no debería encontrarse a más de 19 km (10 NM) antes del umbral. La OAS APV termina en el MAHF o en el MATF, el que se encuentre primero. Los FAF y MAPt de LNAV se utilizan fundamentalmente para definir la geometría de áreas y superficies. Una vez que se ha diseñado el procedimiento, los FAF y MAPt del procedimiento LNAV asociado se utilizan para codificación en la base de datos y para definir cualquier procedimiento subyacente LNAV (RNP APCH).

4.3.3 *Relación de la superficie OAS-APV con los criterios LNAV.* Los bordes superior y exterior de las superficies laterales OAS-APV se basan en los bordes exteriores de las áreas secundarias. Los bordes inferior e interior de las superficies laterales OAS-APV se basan en los bordes del área primaria LNAV (véanse las Figuras III-3-4-1 a III-3-4-3). Los bordes exteriores de las superficies laterales son los siguientes:

- a) el valor del  $MOC_{app}$  por encima del borde interior para superficies laterales unidas al FAS;
- b) 30 m por encima del borde interior de las superficies laterales unidas a las superficies intermedias de aproximación frustrada; y

*Nota.— La altura del borde exterior de la superficie lateral que une el FAS con la superficie intermedia de aproximación frustrada cambiará del valor de  $MOC_{app}$  a 30 m en toda su longitud.*

- c) 50 m por encima de los bordes interiores unidos a la superficie de aproximación frustrada final.

4.3.4 *Marco de referencia.* Véase el Capítulo 6, 6.4.8.2, “Marco de referencia”.

#### 4.3.5 *Definición de las OAS*

4.3.5.1 Las OAS se utilizan para identificar obstáculos que han de tenerse en cuenta y constan de las siguientes superficies:

- a) superficie de aproximación final (FAS);
- b) plano horizontal; y
- c) superficies de aproximación frustrada intermedia y final ( $Z_i$  y  $Z_f$  respectivamente).

Cada una tiene sus respectivas superficies laterales asociadas.

*Nota.— El tramo inicial de aproximación frustrada está incluido en los cálculos de las superficies OAS  $Z_i$  y  $Z_f$ .*

4.3.5.2 *Superficie de aproximación final (FAS).* El origen de la superficie de aproximación final se encuentra al nivel del umbral y a una distancia antes del mismo igual al punto en que la trayectoria vertical alcanza la altura del  $MOC_{app}$  por encima del umbral, más una distancia longitudinal de 444 m (ATT). La superficie de aproximación final se extiende hasta la distancia del FAP nominal + ATT con un ángulo como se define en 4.3.5.2.2. Véase la Figura III-3-4-4.

4.3.5.2.1 La superficie de aproximación final está limitada lateralmente por los bordes del área primaria LNAV. Los bordes interiores de las superficies laterales asociadas se definen mediante los bordes del área primaria LNAV a la elevación de la FAS y mediante el valor del  $MOC_{app}$  de los bordes exteriores de las áreas secundarias LNAV por encima de la elevación de la FAS.

*Nota.— El cálculo del VPA para una FAS dada (para evitar un obstáculo significativo) resulta complicado por la interdependencia de la altura en el FAP y la corrección por temperatura. Por ello, es preferible comenzar el cálculo con el VPA óptimo de 3° y calcular seguidamente la FAS asociada. Si ha de elevarse la FAS para evitar obstáculos significativos, se aumentará el VPA y/o se reducirá la altura en el FAP hasta encontrar una solución óptima.*

4.3.5.2.2 *Determinación de la temperatura mínima promulgada.* Determinése la temperatura mínima probable (la corrección por temperatura se obtiene del Apéndice A de este capítulo) y redondéese a la baja al incremento de 5°C inmediato inferior. Seguidamente:

- a) se calculará la FAS para dicha temperatura (véase 4.3.5.2.3) y, si resulta menos de 2,5°, el VPA promulgado se incrementará para asegurarse de que la FAS a la temperatura mínima es igual o mayor que 2,5°; y
- b) se revisará la longitud del tramo precedente para asegurarse de que cumple los requisitos pertinentes para distancia mínima antes de interceptar la trayectoria vertical.

*Nota 1.— Un método adecuado para la obtención de la temperatura mínima es obtener el promedio de temperatura mínima del mes más frío del año en los últimos cinco años de los datos a elevación del aeródromo. Esta temperatura se redondeará a la baja al incremento de 5°C inmediato para su promulgación. La corrección por temperatura fría aplicable en función de dicha temperatura, la elevación del aeródromo y la altura en el FAP se obtiene utilizando los criterios del apéndice de este capítulo.*

*Nota 2.— No se aplica ninguna restricción de temperatura mínima a aeronaves con sistemas de gestión de vuelo que incorporan una compensación de temperatura en aproximación final.*

*Nota 3.— No se aplica ninguna restricción de temperatura mínima a aeronaves con sistemas de gestión de vuelo que incorporan una compensación de temperatura en aproximación final aprobada, siempre que la temperatura mínima no sea inferior a aquella para la que el equipo está certificado.*

4.3.5.2.3 *Cálculo del ángulo de la superficie de aproximación final y de su origen.* El ángulo de la superficie de aproximación final (FAS) puede determinarse de la forma siguiente:

$$\tan \alpha_{\text{FAS}} = \frac{(\text{altura en el FAP} - \text{corrección de temp.} - \text{MOC}_{\text{app}}) \times \tan \text{VPA}}{(\text{altura en el FAP} - \text{MOC}_{\text{app}})}$$

El origen de la superficie de aproximación final a nivel del umbral puede determinarse de la forma siguiente:

$$X_{\text{FAS}} = \frac{\text{MOC}_{\text{app}} - \text{RDH}}{\tan \text{VPA}} + \text{ATT}$$

La altura de la superficie de aproximación final ( $h_{\text{FAS}}$ ) a una distancia  $x$  respecto al umbral puede determinarse de la forma siguiente:

$$h_{\text{FAS}} = (x - x_{\text{FAS}}) \times \tan \alpha_{\text{FAS}}$$

donde:  $\text{MOC}_{\text{app}}$  = MOC de aproximación  
 $\text{RDH}$  = altura de referencia (m)  
 $\text{ATT}$  = tolerancia paralela a la derrota (444 m)

En cuanto a la corrección por temperatura, véase el Apéndice A.

4.3.5.3 Para proteger aeronaves equipadas con escala angular vertical que realicen procedimientos APV/baro-VNAV, se llevará a cabo una evaluación adicional de los obstáculos cuando la longitud del tramo de aproximación final sea mayor que 9,26 km (5 NM).

4.3.5.3.1 *Evaluación de obstáculos.* La superficie de evaluación adicional se deriva de la aplicación de la superficie W. Cuando la longitud del tramo de aproximación es mayor que 9,26 km (5 NM), después del punto de intersección entre el plano W y la superficie de aproximación final, el plano W se transforma en la superficie de evaluación de obstáculos en el área primaria, fuera del FAP. Las constantes para el cálculo del plano de la superficie W se encuentran en el soporte lógico de OAS de los PANS-OPS. Véanse las Figuras III-3-4-5 y III-3-4-6.

4.3.5.4 *Plano horizontal.* El plano horizontal se define mediante una superficie al nivel del umbral limitada por el área primaria LNAV entre el origen de la FAS (véase 4.3.5.2.3) y el origen de la superficie de aproximación frustrada. Los bordes inferior/interior de las superficies laterales se definen mediante los bordes del área primaria LNAV al nivel del umbral. Los bordes superior/exterior de las superficies laterales asociadas se definen mediante los bordes exteriores de las áreas secundarias LNAV en el valor  $\text{MOC}_{\text{app}}$  por encima del umbral en el origen de la FAS y los bordes



exteriores del área LNAV a 30 m por encima del umbral en el origen de la superficie intermedia de aproximación frustrada a una distancia  $Z_i$  respecto al umbral (positiva antes, negativa después).

*Nota.— En el Apéndice B de este capítulo figuran las ecuaciones necesarias para calcular la altura de cualquier lugar  $x$ ,  $y$  en estas superficies laterales dadas las cuatro coordenadas  $x$ ,  $y$ , así como las alturas de los vértices de las superficies.*

#### 4.3.5.5 Superficies de aproximación frustrada ( $Z$ )

*Nota.— En los criterios de este capítulo se supone que el sistema RNAV tiene la capacidad para cambiar oportunamente a guía de rumbo positiva en una aproximación frustrada, a fin de permitir la utilización de áreas secundarias.*

**4.3.5.5.1 Superficie de aproximación frustrada intermedia.** El origen de la superficie intermedia de aproximación frustrada ( $Z_i$ ) está a nivel del umbral y a una distancia  $X_{Zi}$  respecto al umbral. Esta superficie termina en el punto en que se puede alcanzar y mantener un MOC de 50 m. Tiene una pendiente nominal del 2,5%. Una vez demostrada la capacidad de lograr pendientes de ascenso en aproximación frustrada superiores al 2,5% nominal, la superficie  $Z$  y las superficies laterales asociadas podrán ajustarse para pendientes del 3, 4 y 5%.  $Z_i$  está limitada lateralmente por el área primaria LNAV. Los bordes inferior/interior de las superficies laterales asociadas se definen mediante los bordes del área primaria de aproximación frustrada LNAV y mediante los bordes externos de las áreas secundarias LNAV a 30 m por encima de la superficie intermedia de aproximación frustrada ( $Z_i$ ) (véase la Figura III-3-4-7).

##### 4.3.5.5.1.1 Cálculo de la distancia de comienzo de la superficie intermedia ( $X_{Zi}$ ) de aproximación frustrada

$$X_{Zi} = (\text{MOC}_{\text{app}} - \text{RDH}) / \tan \text{VPA} - \text{ATT} - d - X + (\text{MOC}_{\text{app}} - 30) / \tan Z$$

donde:  $X_{Zi}$  = origen de la superficie intermedia de aproximación frustrada  
 $\text{MOC}_{\text{app}}$  = MOC para aproximación  
 $\text{RDH}$  = altura de referencia para la trayectoria vertical  
 $\text{ATT}$  = tolerancia paralela a la derrota  
 $\tan Z$  = pendiente de la superficie de aproximación frustrada (2,5%, y opcionalmente valores de 3, 4 y 5%).

**4.3.5.5.2 Superficie de aproximación frustrada final.** La superficie de aproximación frustrada final ( $Z_f$ ), comienza en el primer punto en que puede alcanzarse y mantenerse un MOC de 50 m. En dicho punto, y después de él, se define mediante una superficie con origen al nivel del umbral y a una distancia  $X_{Zf}$  respecto del umbral. La  $Z_f$  termina al terminar el tramo APV y tiene una pendiente nominal del 2,5%. Una vez demostrada la capacidad de lograr pendientes de ascenso en aproximación frustrada superiores al 2,5% nominal, la superficie  $Z$  y las superficies laterales asociadas podrán ajustarse conjuntamente con la superficie intermedia de aproximación frustrada para pendientes del 3, 4 y 5%. La  $Z_f$  está limitada lateralmente por el área primaria LNAV. Los bordes inferior/interior de las superficies laterales asociadas se definen mediante los bordes del área primaria de aproximación frustrada LNAV y mediante los bordes externos de las áreas secundarias LNAV a 50 m por encima de la superficie de aproximación frustrada final ( $Z_f$ ).

##### 4.3.5.5.2.1 Cálculo del comienzo de la superficie de aproximación frustrada final ( $X_{Zf}$ )

$$X_{Zf} = (\text{MOC}_{\text{app}} - \text{RDH}) / \tan \text{VPA} - \text{ATT} - d - X + (\text{MOC}_{\text{app}} - 50) / \tan Z$$

**4.3.6 Fin del tramo APV.** El tramo APV termina en el MAPt si se especifica un viraje en el MAPt, en el MATF o en el MAHF, el que sea anterior.

4.3.7 *Determinación de la temperatura mínima promulgada.* Determinése la temperatura probable y redondése a la baja al incremento de 5°C inmediato inferior. Este valor se utilizará para calcular el VPA mínimo y la superficie de aproximación final (véase 4.3.5 y 4.5.2). El VPA mínimo resultante no deberá ser inferior a 2,5° a esta temperatura. En caso necesario, se aumentará el VPA publicado para conseguir dicho ángulo mínimo.

#### 4.4 DETERMINACIÓN DE LA OCH PARA OBSTÁCULOS EN APROXIMACIÓN Y APROXIMACIÓN FRUSTRADA

##### 4.4.1 Margen mínimo de franqueamiento de obstáculos (MOC)

- El MOC en aproximación final (MOC<sub>app</sub>) es de 75 m. Deberá aumentarse de acuerdo con lo dispuesto en la Parte I, Sección 4, Capítulo 5, 5.4.5.2.1 con relación a los márgenes incrementados para áreas montañosas.
- El MOC en aproximación frustrada (MOC<sub>ma</sub>) es de 30 m para la aproximación intermedia y de 50 m para la aproximación frustrada final. Este margen se incluye en la construcción de las superficies Z<sub>i</sub> y Z<sub>f</sub> que comienzan en X<sub>Zi</sub> y X<sub>Zf</sub>.

4.4.2 *Obstáculos en aproximación y en aproximación frustrada.* Se considerarán aquellos obstáculos que penetran en las OAS-APV. Se dividen en obstáculos de aproximación y obstáculos de aproximación frustrada, como se describe a continuación.

4.4.2.1 El método más simple es en base a la distancia: Los obstáculos de aproximación son aquellos situados entre el FAP y X<sub>Zi</sub>, mientras que los obstáculos de aproximación frustrada son aquellos situados después de X<sub>Zi</sub>. No obstante, en algunos casos, esto podría generar una penalización excesiva para ciertos obstáculos en aproximación frustrada (véase el Adjunto a la Parte II, 1.9). Cuando así lo desee la autoridad competente, los obstáculos de aproximación frustrada podrán definirse como aquellos por encima del plano paralelo al plano de la trayectoria vertical y con origen en X<sub>Zi</sub> (véase la Figura III-3-4-8), por ejemplo, altura del obstáculo mayor que [(X<sub>Zi</sub> + x) tan VPA].

4.4.3 *Cálculo de la OCA/H dentro del tramo APV.* El cálculo de la OCA/H supone un conjunto de superficies de evaluación de obstáculos (OAS-APV). Si los obstáculos no penetran en las OAS-APV, la OCA/H se define mediante el límite inferior de 75 m o 90 m [véase 4.2.2 b)]. Sin embargo, si penetran en las OAS-APV, el MOC<sub>app</sub> (ajustado para penetraciones de superficies laterales, según corresponda) se añade a la altura del obstáculo más alto en aproximación, o a la altura ajustada de la penetración mayor en aproximación frustrada, la que sea mayor. Este valor pasa a ser la OCA/H.

4.4.3.1 En primer lugar, determinése la altura del obstáculo más elevado en la aproximación que penetre en la FAS o en el plano horizontal, como se indica en 4.4.2. Seguidamente, redúzcanse las alturas de todos los obstáculos en aproximación frustrada a la altura de los obstáculos en aproximación equivalentes mediante la siguiente fórmula:

$$h_a = \frac{h_{ma} \cot Z + (X - X_z)}{\cot z + \cot VPA}$$

donde:

- h<sub>a</sub> = altura del obstáculo de aproximación equivalente
- h<sub>ma</sub> = altura del obstáculo en la aproximación frustrada
- cot Z = cotangente del ángulo de la superficie Z
- cot VPA = cotangente del VPA
- X<sub>z</sub> = origen de la superficie de aproximación frustrada intermedia (Z<sub>i</sub>) o de la superficie de aproximación frustrada final (Z<sub>f</sub>), según corresponda, respecto al umbral (positivo antes, negativo después).
- X = distancia al obstáculo desde el umbral (positiva antes, negativa después).

4.4.3.2 Cuando se calcula la OCH en el paso final anterior, el valor del  $MOC_{app}$  puede modificarse de la forma siguiente para considerar los obstáculos que penetren en las superficies laterales:

$$MOC_{app} = \min \{MOC_{app}; 2 \times MOC_{app} \times (1 - \text{ABS}(y))/SW\}$$

4.4.3.3 Determinése la OCH para los tramos de aproximación frustrada inicial e intermedia y para aproximación final añadiendo el  $MOC_{app}$  a la altura del obstáculo en aproximación más elevado (real o equivalente). Véase la Figura III-3-4-3.

$$OCH = h_a + MOC_{app}$$

4.4.3.4 *Aproximación frustrada final.* Calcúlese de nuevo  $h_a$  para obstáculos que penetran en la superficie de aproximación frustrada final ( $Z_f$ ) y determinése la OCH para estos obstáculos. Si la OCH es mayor que la calculada previamente, ajústese la ubicación del punto de referencia de espera o de viraje, o aumentese la OCH al nuevo valor.

*Nota.— En cuanto al límite inferior de la OCA/H, véase 4.2.2.*

## 4.5 PROMULGACIÓN

4.5.1 Se aplican los criterios generales de la Parte I, Sección 4, Capítulo 9, 9.5, “Denominación de procedimientos para cartas de aproximación y de llegada”. La carta de aproximación por instrumentos deberá titularse RNAV<sub>(GNSS)</sub>. La casilla de mínimos en la carta incluirá los valores de la OCA/H para operaciones NPA (LNAV) y APV/baro-VNAV (LNAV/VNAV).

4.5.2 La OCA/H se publicará de acuerdo con la Parte I, Sección 4, Capítulo 5, 5.5, “Promulgación”. En ningún caso, la OCA/H será inferior a los valores indicados en 4.2.2.

4.5.3 Además, se promulgará lo siguiente:

- a) RDH (coordenadas y altura del punto de recorrido);
- b) VPA (grados y centésimas de grado para bases de datos/grados y décimas de grado para las cartas);
- c) la temperatura mínima para la cual se autorizan las operaciones baro-VNAV; y
- d) LNAV, FAF y MAPt para fines de codificación de base de datos exclusivamente.

4.5.4 El VPA óptimo promulgado es de 3°; no será menor que 3° ni mayor que 3,5°. Véase 4.3.5.2.2, “Determinación de la temperatura mínima promulgada”.

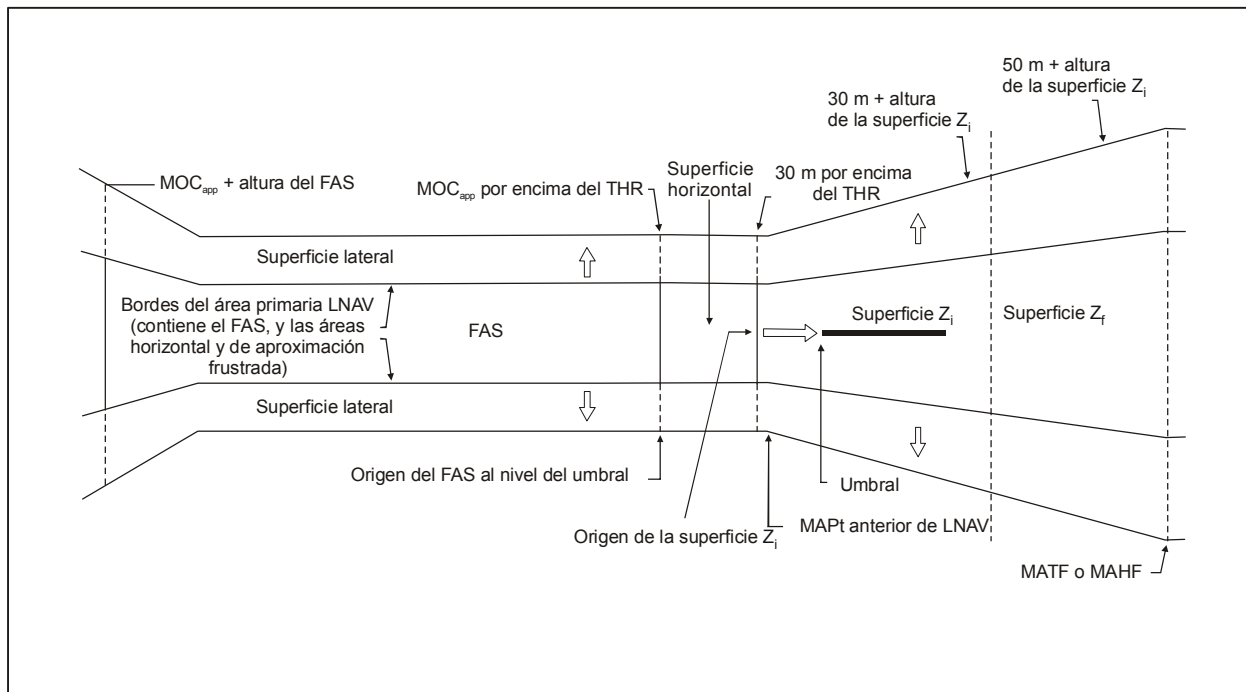


Figura III-3-4-1. Área APV/baro-VNAV — Vista de planta de OAS APV

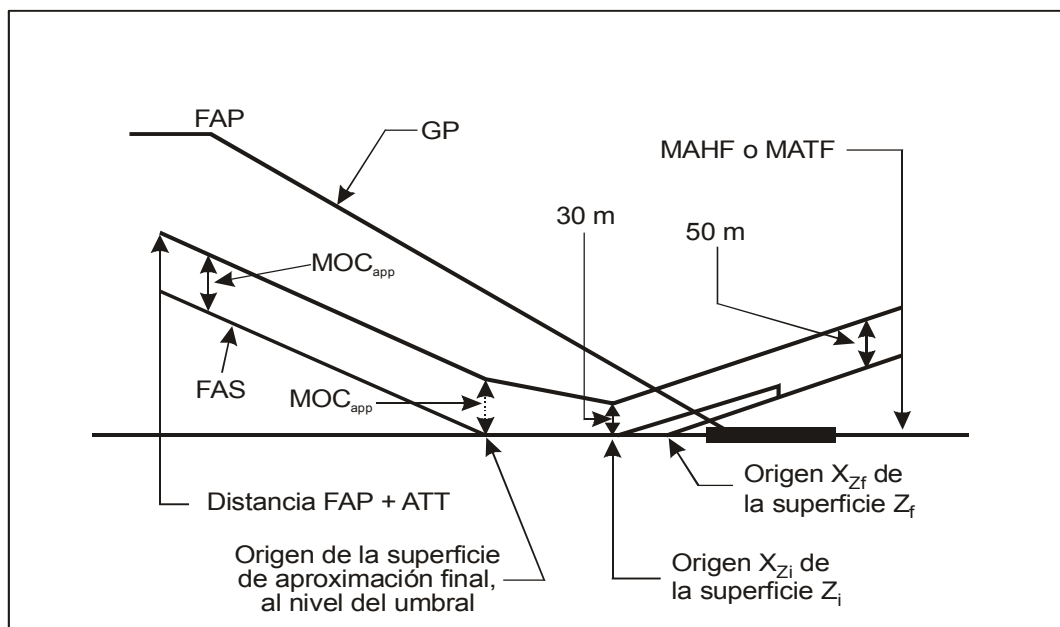
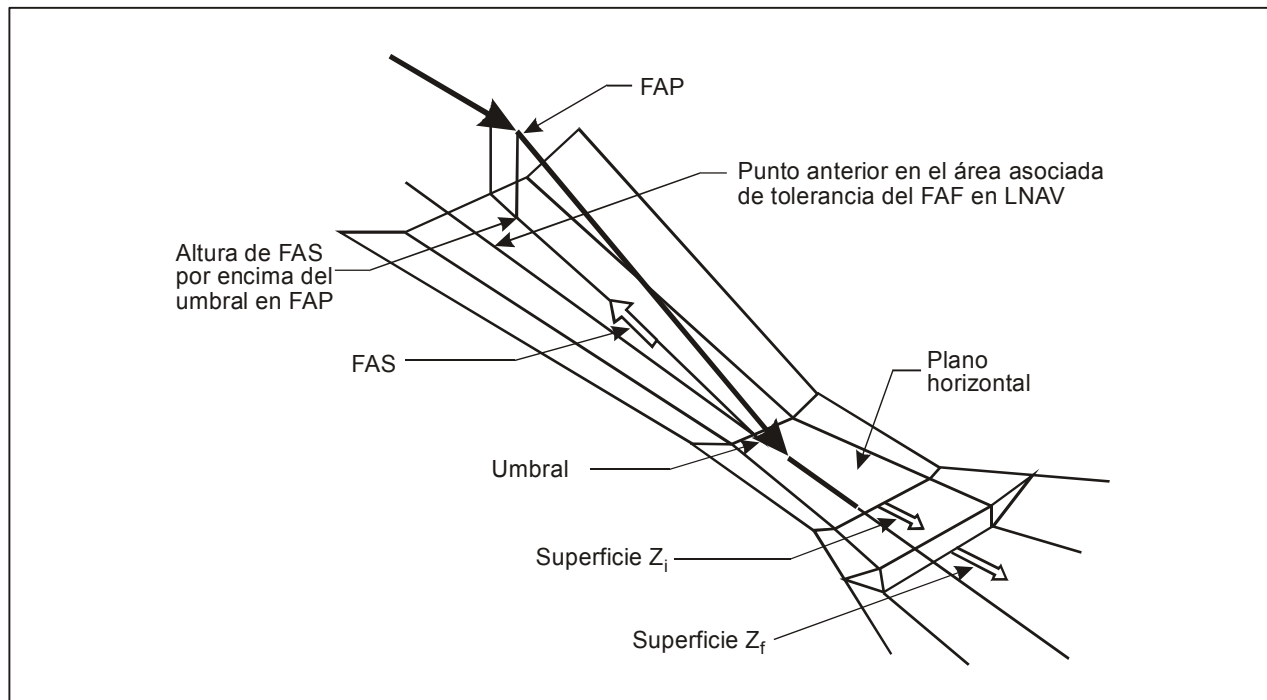
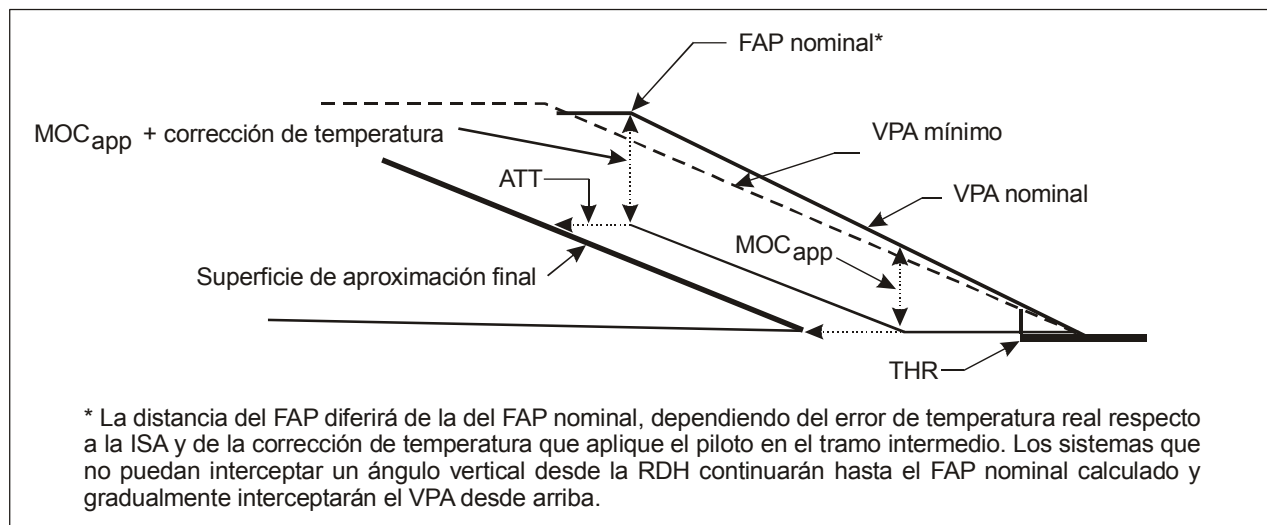


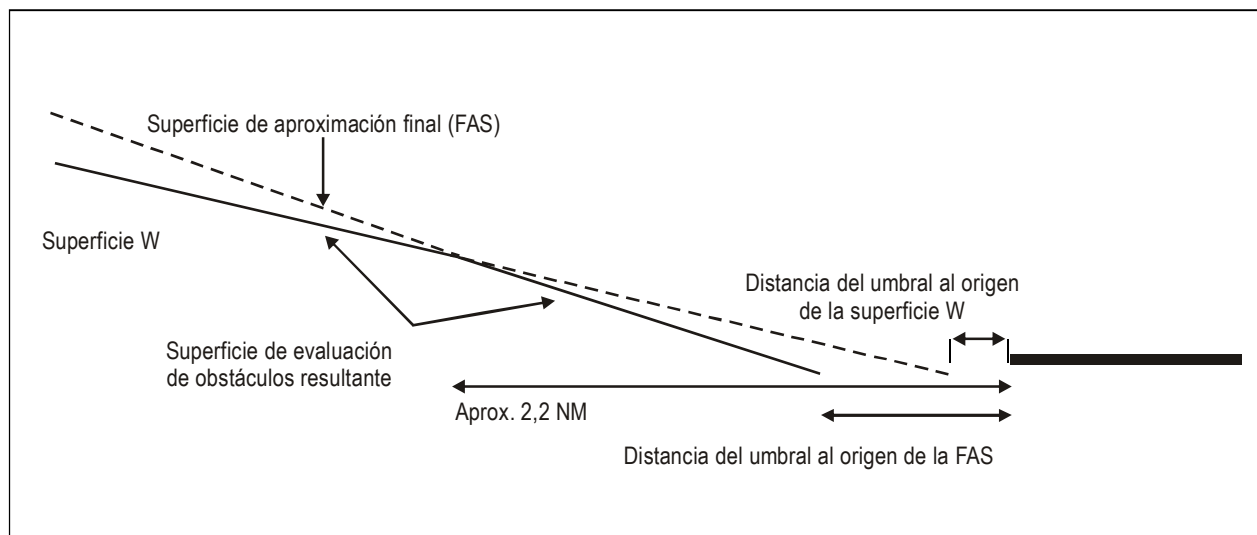
Figura III-3-4-2. Baro-VNAV — Vista de perfil



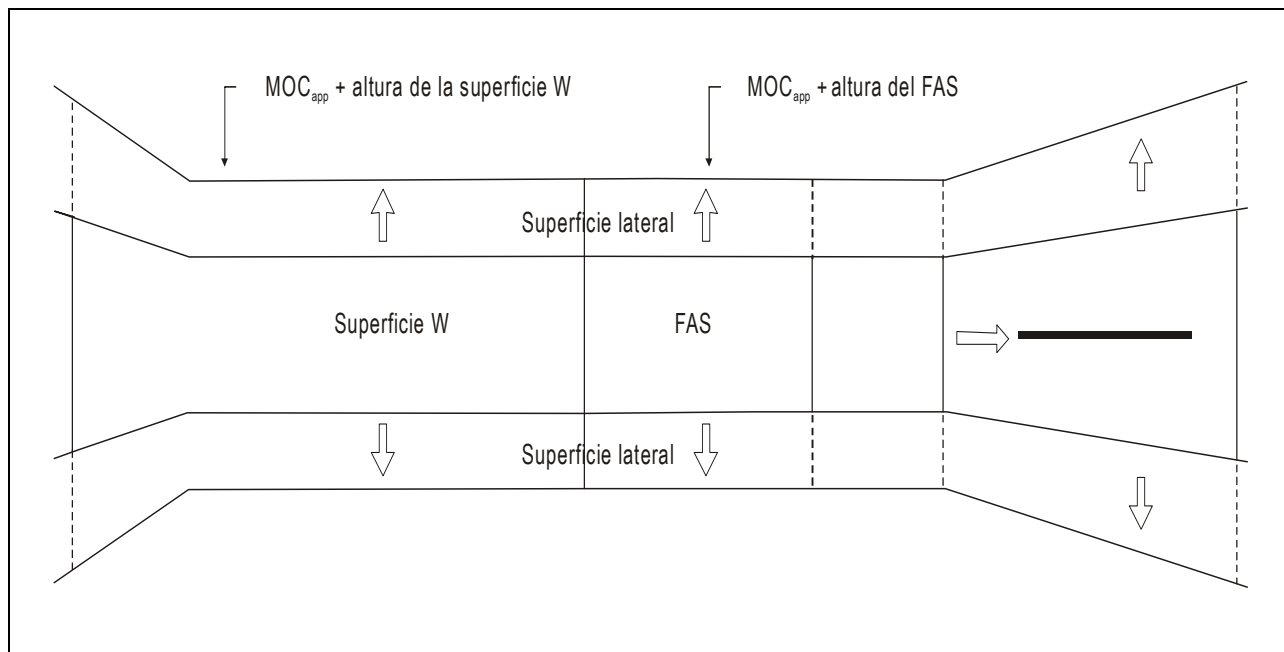
**Figura III-3-4-3. Representación de superficies OAS APV**



**Figura III-3-4-4. Superficie de aproximación final VNAV y VPA mínimo**



**Figura III-3-4-5. Vista de perfil de la superficie de evaluación de obstáculos para proteger aeronaves equipadas con escala angular vertical**



**Figura III-3-4-6. Vista de planta de la superficie de evaluación de obstáculos para proteger aeronaves equipadas con escala angular vertical**

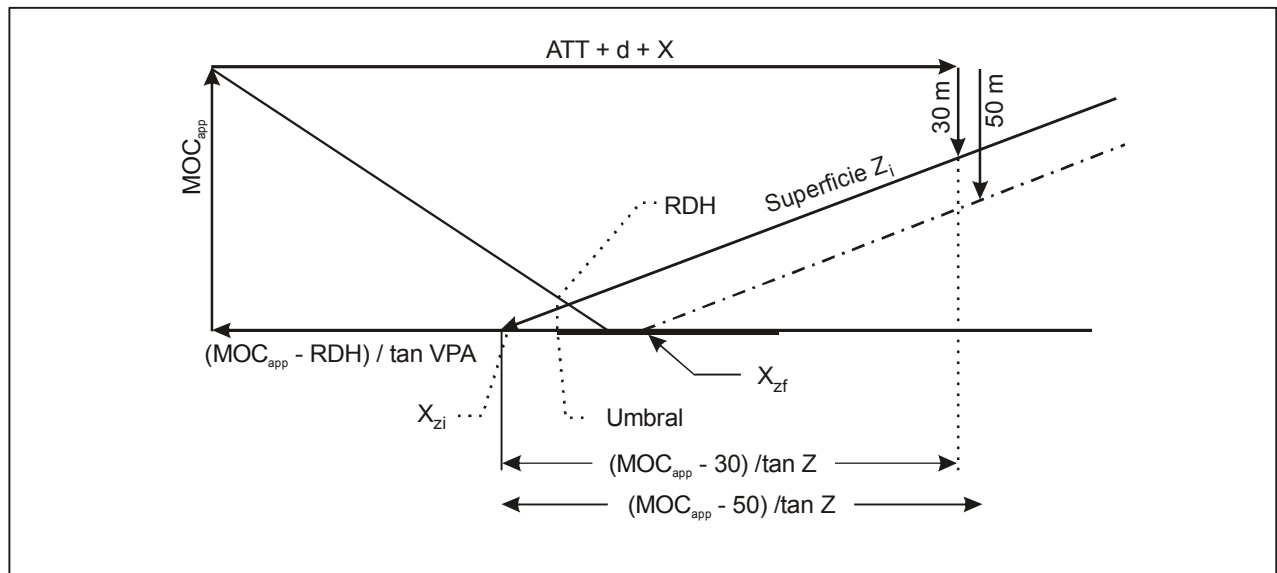


Figura III-3-4-7. Cálculo de  $X_z$

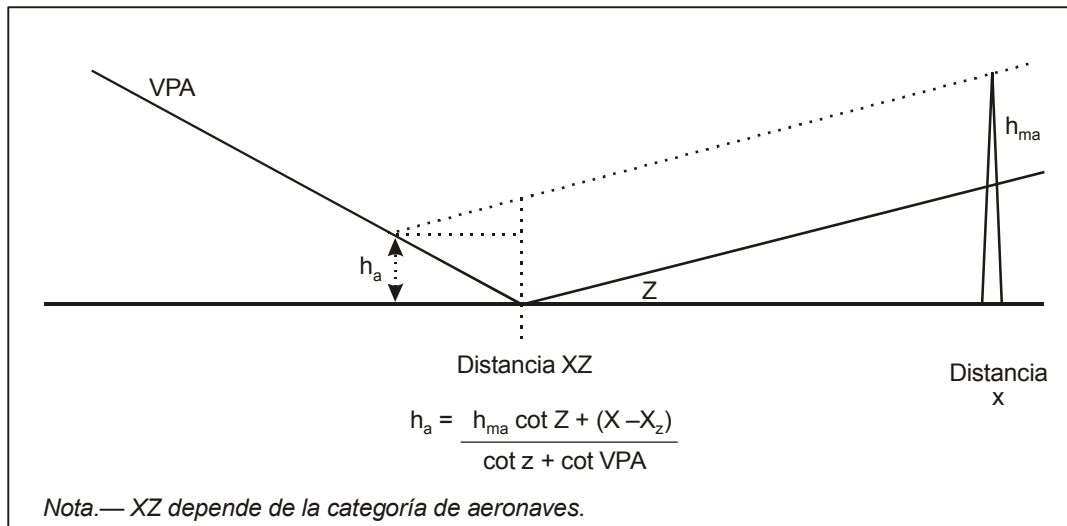


Figura III-3-4-8. Cálculo de  $h_a$  a partir de  $h_{ma}$





## Apéndice A del Capítulo 4

### CORRECCIÓN POR TEMPERATURA

#### 1.1 Requisito de corrección por temperatura

Las altitudes/alturas mínimas de seguridad calculadas deben ajustarse cuando la temperatura ambiente en la superficie sea considerablemente inferior a la prevista por la atmósfera tipo.

#### 1.2 Correcciones tabuladas

Para el cálculo del ángulo de la FAS, la corrección por baja temperatura debe obtenerse de las Tablas III-3-4-Ap A-1 y III-3-4-Ap A-2. Estas tablas se calculan para un aeródromo al nivel del mar. Por lo tanto, son valores precedentes cuando se aplican a aeródromos situados a más altura (véase el párrafo 3).

#### 1.3 Cálculo de las correcciones

1.3.1 Para calcular correcciones para elevaciones de aeródromo específicas, fuentes de reglaje del altímetro por encima del nivel del mar, o valores no tabulados, se utilizará la Ecuación 24 de la publicación *Performance*, Volumen 2, número de ejemplar 77022<sup>1</sup>, de Engineering Sciences Data Unit (ESDU). Esto supone una atmósfera diferente de la atmósfera tipo.

$$\Delta h_{\text{CORRECCIÓN}} = \Delta h_{PAeronave} - \Delta h_{GAeronave} = (-\Delta T_{std}/L_o) \ln[1 + L_o \Delta h_{PAeronave} / (T_o + L_o \cdot h_{PAeródromo})]$$

donde:

- $\Delta h_{PAeronave}$  = Altura de la aeronave con respecto al aeródromo (presión)
- $\Delta h_{GAeronave}$  = Altura de la aeronave con respecto al aeródromo (geopotencial)
- $\Delta T_{std}$  = desviación de la temperatura respecto de la temperatura diurna de la atmósfera tipo internacional (ISA)
- $L_o$  = gradiente vertical de la temperatura de referencia, con altitud de presión en la primera capa (nivel del mar hasta la tropopausa) de la ISA
- $T_o$  = temperatura de referencia al nivel del mar

*Nota.— La altura geopotencial incluye una corrección para tener en cuenta la variación de g (promedio 9,8067 m/s<sup>2</sup>) con la altura. Sin embargo, el efecto es insignificante a las altitudes mínimas consideradas para el franqueamiento de obstáculos: la diferencia entre la altura geométrica y la altura geopotencial aumenta desde cero al nivel medio del mar hasta –59 ft a 36 000 ft.*

1.3.2 La ecuación anterior no puede resolverse directamente en términos de  $\Delta h_{GAeronave}$ , y se requiere una solución iterativa. Esto puede realizarse mediante una computadora o un programa de hoja de cálculo.

---

1. Reimpreso con autorización de ESDU International plc., 27 Corsham Street, Londres, N1 6UA, Reino Unido.

### 1.4 Hipótesis sobre los gradientes verticales de temperatura

La ecuación anterior supone un gradiente térmico vertical constante que “no es de referencia”. El gradiente térmico vertical real puede variar considerablemente respecto al valor normalizado, dependiendo de la latitud y de la estación del año. No obstante, las correcciones derivadas del método de cálculo son válidas hasta 11 000 m (36 000 ft).

**Tabla III-3-4-Ap A-1. Corrección por temperatura para calcular el ángulo de la FAS (m)**

*Nota.*—  $T$  = temperatura en el aeródromo ( $^{\circ}\text{C}$ ) y  $H$  = altura del FAP por encima del umbral (m).

$T^{\circ}\text{C}\backslash H$	300	450	600	750	900	1 200	1 300	1 400	1 500
0	17	25	33	42	50	67	73	78	84
–10	29	43	58	72	87	116	126	136	146
–20	42	63	84	105	126	169	183	198	212
–30	56	84	112	141	169	226	246	265	285
–40	77	107	143	179	216	289	314	339	364
–50	88	132	176	222	267	358	388	419	450

**Tabla III-3-4-Ap A-2. Corrección por temperatura para calcular el ángulo de la FAS (ft)**

*Nota.*—  $T$  = temperatura en el aeródromo ( $^{\circ}\text{C}$ ) y  $H$  = altura del FAP por encima del umbral (ft).

$T^{\circ}\text{C}\backslash H$	1 000	1 500	2 000	2 500	3 000	3 500	4 000	4 500	5 000
0	55	83	111	139	167	195	223	251	280
–10	96	144	192	240	289	337	387	436	485
–20	139	201	279	350	421	492	563	635	708
–30	186	280	374	469	564	659	755	852	949
–40	237	357	477	580	719	842	965	1 088	1 212
–50	293	441	590	739	890	1 041	1 193	1 347	1 500

— — — — —

## Apéndice B del Capítulo 4

### ALGORITMO PARA CALCULAR LA ALTURA DE LA SUPERFICIE DEFINIDA POR CUATRO PUNTOS EN EL ESPACIO

La altura (Z) de un punto de la superficie lateral OAS situado en (X, Y), entre el origen de la FAS al nivel del umbral ( $X_{FAS}$ ) y el origen de la superficie  $Z_i$  ( $X_{Zi}$ ) al nivel del umbral, podría calcularse utilizando los cuatro vértices de la superficie ( $X_1, Y_1, Z_1$ ), ( $X_2, Y_2, Z_2$ ), ( $X_3, Y_3, Z_3$ ), ( $X_4, Y_4, Z_4$ ) y las siguientes fórmulas (véase la Figura III-3-4-Ap B-1):

Cálculo de Z en (X,Y):

$$X_5 = X$$

$$Y_5 = Y_1 + (Y_2 - Y_1) \times [(X_1 - X) / (X_1 - X_2)]$$

$$Z_5 = Z_1 + (Z_2 - Z_1) \times [(X_1 - X) / (X_1 - X_2)]$$

$$X_6 = X$$

$$Y_6 = Y_3 + (Y_4 - Y_3) \times [(X_3 - X) / (X_3 - X_4)]$$

$$Z_6 = Z_3 + (Z_4 - Z_3) \times [(X_3 - X) / (X_3 - X_4)]$$

Finalmente, calcúlese la altura Z requerida de la forma siguiente:

$$Z = Z_5 + (Z_6 - Z_5) \times [(Y - Y_5) / (Y_6 - Y_5)]$$

Definiciones de vértices

$$X_1 = X_3 = X_{FAS}$$

$$X_2 = X_4 = X_{Zi}$$

$Y_1$  y  $Y_2$  = distancia del borde del área primaria en  $X_{FAS}$  y  $X_{Zi}$  respectivamente

$Y_3$  y  $Y_4$  = distancia del borde del área secundaria en  $X_{FAS}$  y  $X_{Zi}$  respectivamente

$$Z_1 = Z_2 = 0$$

$$Z_3 = MOC_{app}$$

$$Z_4 = 30 \text{ m}$$

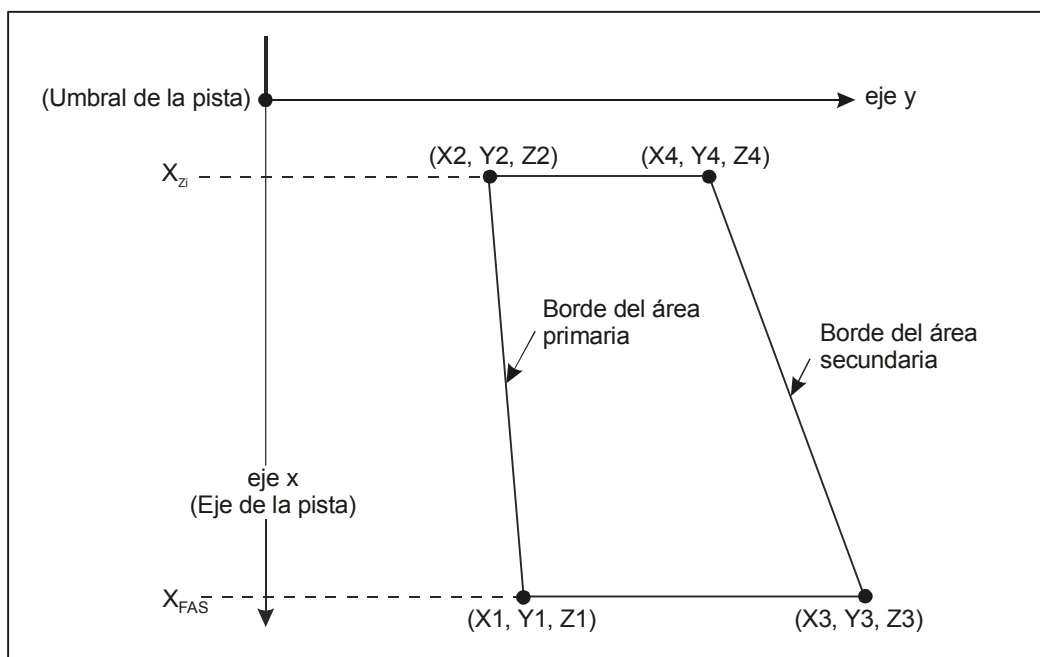


Figura III-3-4-Ap B-1.

## Capítulo 5

### PROCEDIMIENTOS APV I/II — SBAS

#### 5.1 INTRODUCCIÓN

##### 5.1.1 Construcción del procedimiento

Este capítulo describe los criterios SBAS para el tramo APV, que son específicos para la actuación de los sistemas SBAS. El tramo APV incluye la aproximación final y las fases inicial e intermedia de la aproximación frustrada del tramo. Las otras fases de vuelo son de carácter genérico y se presentan en la Parte III, Sección 3, Capítulo 1 y Capítulo 2.

##### 5.1.2 Condiciones normalizadas

La lista que sigue contiene las suposiciones normalizadas sobre las que se elaboran los procedimientos. Se toman disposiciones para ajustes cuando es apropiado. Los ajustes son obligatorios cuando las condiciones difieren negativamente de las condiciones normalizadas y son opcionales cuando así se especifica.

- a) se supone que las dimensiones máximas de la aeronave son las siguientes:

<i>Categoría de aeronave</i>	<i>Envergadura</i>	<i>Distancia vertical entre las trayectorias de vuelo de las ruedas y el centro de navegación (m)</i>
H	30	3
A, B	60	6
C, D	65	7
D <sub>L</sub>	80	8

*Nota 1.— La OCA/H para aeronaves D<sub>L</sub> se publica cuando es necesario.*

*Nota 2.— Las dimensiones indicadas son las que comprenden los tipos ordinarios de aeronave. Estas dimensiones se escogen para facilitar los cálculos de la OCA/H y la promulgación de los mínimos relacionados con las categorías de aeronave. Se supone que estas dimensiones no se usarán para otros fines que no sean el cálculo de la OCA/H en otros documentos de la OACI.*

*Nota 3.— Las aeronaves ordinarias de la Categoría E normalmente no son aeronaves de transporte aéreo civil y sus dimensiones no están necesariamente relacionadas con  $V_{at}$  a masa máxima de aterrizaje. Por esta razón, deberían tratarse cada una por separado.*

- b) pendiente ascensional de aproximación frustrada 2,5%;

- c) ángulo de trayectoria de planeo:
  - 1) mínimo/óptimo: 3,0°
  - 2) máximo: 3,5°
- d) altura del punto de referencia 15 m (50 ft); y
- e) las alturas de todos los obstáculos son con referencia a la elevación del umbral.

### 5.1.3 Altitud/altura de franqueamiento de obstáculos (OCA/H)

Los criterios APV de este capítulo permiten calcular una OCA/H para cada categoría de aeronave.

La OCA/H asegura el franqueamiento de obstáculos desde el comienzo de la aproximación final hasta el fin del tramo intermedio de la aproximación frustrada.

*Nota.— Esta OCA/H es sólo uno de los factores que deben tenerse en cuenta para determinar la altura de decisión definida en el Anexo 6.*

5.1.4 El Anexo 14 no proporciona orientación sobre requisitos de infraestructura de la pista para operaciones de aproximación y aterrizaje con guía vertical. A fin de evaluar si la pista es apropiada para un procedimiento de aproximación con guía vertical, esa pista y la OLS asociada deberían satisfacer, al menos, los requisitos del Anexo 14 para pistas de aproximación que no son de precisión si la OCH es de por lo menos 90 m (300 ft) y para pistas de aproximación de precisión de Categoría I si la OCH es de menos de 90 m (300 ft).

## 5.2 TRAMO DE APROXIMACIÓN INICIAL

Véase el Capítulo 2, 2.3.1.1, “Alineación en la aproximación inicial”.

## 5.3 TRAMO DE APROXIMACIÓN INTERMEDIA

5.3.1 *Generalidades.* En el tramo de aproximación intermedia puede usarse todo tipo de sensor; sin embargo la transición a la navegación con SBAS se hará 3,7 km (2,0 NM) antes del FAF.

5.3.2 *Alineación.* El tramo de aproximación intermedia de un procedimiento APV se alineará con el tramo de aproximación final.

5.3.3 *Anchura del área.* La anchura total del área se describe en el Capítulo 2, 2.4.3, “Anchura del área de aproximación intermedia”. Desde 3,7 km (2,0 NM) hasta el FAF el área disminuye uniformemente para ajustarse a la distancia horizontal entre las superficies OAS X de APV SBAS en el FAF. La anchura del área secundaria disminuye a 0 en la interfaz con las superficies de aproximación final [véase la Figura III-3-5-1 a)].

*Nota.— De acuerdo con la longitud del segmento de aproximación final, la anchura de la superficie OAS X de APV SBAS en el punto de referencia de aproximación final puede ser menor que 1,9 NM. En este caso, para proporcionar protección a una aeronave que inicia una aproximación frustrada anticipada, se considera un valor de 3,52 km (1,90 NM) [para helicópteros, 2,96 km (1,60 NM)] para la anchura del área del tramo de aproximación intermedia en el punto de referencia de aproximación final [véase la Figura III-3-5.1 b)].*

## 5.4 TRAMO APV

5.4.1 *Generalidades.* El tramo APV de una aproximación APV I o APV II con SBAS se alinearán con el eje de la pista y contendrán los tramos de aproximación final, inicial e intermedio de aproximación frustrada.

5.4.2 *Origen.* El tramo APV comienza en el punto de aproximación final (la intersección de la trayectoria vertical nominal y la altitud mínima especificada para el tramo precedente). Para fines de codificación de la base de datos de navegación, el punto de recorrido situado en el FAP no se considerará como un punto de referencia de descenso. Las superficies OAS APV se extienden en el tramo de aproximación intermedia pero no más allá de este tramo (véase la Figura III-3-5-2).

*Nota.— El texto de orientación para determinar la distancia hasta el FAP desde el umbral figura en la Parte II, Sección 1, Capítulo 1, Apéndice C.*

5.4.3 *Punto de aproximación frustrada.* El punto de aproximación frustrada está determinado por la intersección de la trayectoria vertical nominal y la altitud/altura de decisión (DA/H). La DA/H se establece en o por encima de la OCA/H, que se determina como se especifica en 5.4.5 y 5.5.

5.4.4 *Terminación.* El tramo APV termina en el punto en que comienza la fase final de la aproximación frustrada o en que la superficie de ascenso Z de la aproximación frustrada alcanza una semianchura de 1,76 km (0,95 NM) [para helicópteros, 1,48 km (0,8 NM)], de ellas la que ocurra primero.

### 5.4.5 Franqueamiento de obstáculos del tramo APV

5.4.5.1 *Generalidades.* El método para calcular la OCA/H supone un conjunto de superficies de evaluación de obstáculos (OAS APV SBAS). Si no se penetra en las OAS APV SBAS, la OCA/H sigue estando determinada por los márgenes de las categorías de aeronave. Sin embargo, si se penetra en las OAS APV SBAS, el margen de la categoría de aeronave se suma al obstáculo de aproximación más elevado, o a la altura ajustada de la penetración más grande de la aproximación frustrada, tomándose de estos valores el que sea mayor. Este valor pasa a ser la OCA/H.

5.4.5.2 Las dimensiones de la OAS APV SBAS están relacionadas con la geometría de aproximación (distancia GARP/THR, GP, RDH) y la categoría de operación APV (APV I o APV II). Los obstáculos que penetran en la OAS APV SBAS se dividen en dos clases, obstáculos de aproximación y obstáculos de aproximación frustrada. La altura del obstáculo de aproximación más elevado o la penetración ajustada de la superficie de aproximación frustrada (véase 5.4.5.9.2) se determina y se añade a un margen relacionado con una categoría de aeronave para obtener la OCA/H apropiada. Por lo tanto, se puede promulgar una tabla de valores OCA/H para cada categoría de aeronave para las operaciones APV I o APV II y el correspondiente aeródromo.

*Nota.— En esta etapa, el método OAS APV SBAS es el único aplicable para calcular la OCA/H del tramo APV. Actualmente, se prepara un CRM para estas operaciones.*

5.4.5.3 *Definición de las superficies.* Las OAS APV SBAS están formadas por siete superficies planas en pendiente (indicadas por las letras W, W', X, Y y Z) dispuestas simétricamente alrededor de la derrota del tramo APV y el plano horizontal que contiene el umbral (véase la Figura III-3-5-2). La geometría de las superficies en pendiente está definida de forma precisa por cuatro ecuaciones lineales simples del tipo  $z = Ax + By + C$ . En estas ecuaciones,  $x$  e  $y$  son coordenadas de posición y  $z$  es la altura de la superficie en esa posición. Para cada superficie, del soporte lógico de OAS de los PANS-OPS [sitio web público de la OACI ([www.icao.int](http://www.icao.int)) bajo "Publications"] se obtienen las constantes A, B y C correspondientes a la gama operacional de distancias GARP/THR y GP. Para las Categorías I y II se proporcionan grupos separados de constantes. Las constantes se pueden modificar en el programa para tener en cuenta lo siguiente:

- a) la pendiente de ascenso de aproximación frustrada;
- b) las dimensiones de ciertas aeronaves; y

- c) la altura RDH por encima del valor nominal.

Las superficies OAS Y y Z de APV están limitadas lateralmente por un corredor de semianchura del área de 1,76 km (0,95 NM) [para helicópteros, 1,48 km (0,8 NM)] (véase la Figura III-3-5-2).

**5.4.5.4 Sistema de coordenadas.** Las posiciones de los obstáculos están relacionadas con un sistema convencional de coordenadas x, y, z que tienen su origen en el umbral (véase la Figura III-3-5-3). El eje x es paralelo a la derrota del tramo de precisión, los valores positivos de x están medidos antes del umbral y los valores negativos de x después del umbral. El eje y está en ángulo recto con el eje x. Aunque está convencionalmente indicado en la Figura III-3-5-3, en todos los cálculos conexos con la geometría de las OAS APV SBAS, la coordenada y siempre se considera positiva. Todas las dimensiones relacionadas con las OAS APV SBAS se especifican en metros únicamente. El eje z es vertical y las alturas por encima del umbral son positivas.

**5.4.5.5 Constantes OAS APV SBAS — especificación.** Para las operaciones APV I y APV II, las constantes A, B y C para cada superficie en pendiente se obtienen del soporte lógico de OAS de los PANS-OPS. El soporte lógico de OAS de los PANS-OPS proporciona los coeficientes para ángulos de trayectoria de planeo entre 2,5 y 3,5° en incrementos de 0,1°, así como para cualquier distancia del punto de referencia en azimuth del GBAS (GARP) al umbral de entre 2 000 m y 4 500 m. Para un ejemplo de los resultados del soporte lógico de OAS de los PANS-OPS véase la Figura III-3-5-4.

**5.4.5.6 Cálculo de las alturas de las OAS APV SBAS.** Para calcular la altura z de cualquiera de las superficies en pendiente en un lugar x', y', deberían obtenerse en primer término las constantes apropiadas mediante el soporte lógico de OAS de los PANS-OPS. Estos valores se sustituyen seguidamente en la ecuación  $z = Ax' + By' + C$ . Si no resulta evidente cuál es la OAS APV SBAS que queda por encima del lugar en que está situado el obstáculo, esta operación debería repetirse para las otras superficies en pendiente. La altura OAS APV SBAS es la más elevada de las alturas de los planos X, Y, Z y la más baja de las alturas del plano W-W' (cero si todas las alturas de los planos son negativas).

Los planos W y W' intersectan y el plano W-W' que se tiene en cuenta es siempre el inferior de estos dos planos, es decir  $OAS = \max[ZX; ZY; ZZ; \min ZW; ZW']$ .

Donde ZX, ZY, ZZ, ZW y ZW' son las alturas de los planos X, Y, Z, W y W'.

*Nota.— El soporte lógico de los PANS-OPS contiene también una calculadora de OCH que indicará la altura de la superficie Z de OAS APV SBAS por encima de cualquier lugar X, Y, e incluye los ajustes especificados para la geometría de la aproximación APV, las dimensiones de aeronaves, la pendiente de ascenso en aproximación frustrada y altura del punto de referencia.*

**5.4.5.7 Construcción de la plantilla para las OAS APV SBAS.** Las plantillas, o vistas en planta de los perímetros de las OAS APV SBAS a escala cartográfica a veces se utilizan para facilitar la identificación de obstáculos cuando se lleva a cabo un levantamiento topográfico detallado (véase la Figura III-3-5-5). Los datos de las OAS APV SBAS del soporte lógico de los PANS-OPS incluyen las coordenadas de los puntos de intersección de las superficies en pendiente al nivel del umbral y a 1,9 km (1,0 NM) lateralmente desde la derrota de aproximación final (véase la Figura III-3-5-5). Las coordenadas de intersección a nivel del umbral figuran como C, D y E.

**5.4.5.8 Ajuste de las constantes OAS SBAS.** Los ajustes de las constantes OAS SBAS para dimensiones específicas de aeronaves y RDH diferentes de 15 m se aplican como en la Parte II, Capítulo 1, 1.4.8.7, “Ajuste de las constantes OAS”.

#### 5.4.5.9 Determinación de la OCA/H

**5.4.5.9.1 Generalidades.** La OCA/H se determina teniendo en cuenta todos los obstáculos que penetran las superficies OAS APV SBAS aplicables a la operación APV que se considera. Las superficies que se aplican a cada categoría de operaciones APV son:



Operación APV I: OAS APV I SBAS.

Operación APV II: OAS APV II SBAS.

**5.4.5.9.2 Determinación de los obstáculos en la aproximación y la aproximación frustrada.** Los obstáculos que deben tenerse en cuenta, como se indicó en 5.4.5.9.1, se dividen en obstáculos en la aproximación y en la aproximación frustrada. El método de partición más simple es en función de la distancia: los obstáculos en aproximación son aquellos entre el FAP y la distancia  $X_E$  después del umbral, y los obstáculos en la aproximación frustrada son los que quedan en el tramo APV (véase la Figura III-3-5-6). Sin embargo, en algunos casos puede producir una penalidad excesiva para ciertos obstáculos en la aproximación frustrada. Cuando lo desee la autoridad competente, los obstáculos en la aproximación frustrada pueden definirse como aquellos que están por encima de una superficie plana paralela al plano de la GP y con origen en  $-X_E$  (véase la Figura III-3-5-7), es decir, la altura del obstáculo es mayor que  $[(X_E + x) \tan \theta]$ .

**5.4.5.9.3 Cálculo de la OCA/H.** Después de identificar los obstáculos en la aproximación y en la aproximación frustrada mediante uno de los métodos descritos antes, la OCA/H se determina del modo siguiente:

- determinar la altura del obstáculo en aproximación más elevado;
- reducir la altura de todos los obstáculos en la aproximación frustrada a las alturas de los obstáculos en la aproximación equivalente mediante la fórmula que figura más adelante; y
- determinar la OCA/H agregando el margen correspondiente de la categoría de aeronave apropiada de la Tabla II-1-1-2, “Margen de pérdida de altura/error de altímetro” a la altura del obstáculo en aproximación más elevado (real o equivalente).

$$h_a = \frac{h_{ma} \cot Z + (X_E + x)}{\cot Z + \cot \theta}$$

donde:  $h_a$  = altura del obstáculos en aproximación equivalente  
 $h_{ma}$  = altura del obstáculo en aproximación frustrada  
 $\theta$  = VPA  
 $Z$  = ángulo de la superficie de aproximación frustrada  
 $x$  = distancia al obstáculo desde el umbral (negativa después del umbral)  
 $X_E$  =  $900 + (38/\tan \theta)$  para APV I y  $X_E = 900 + 8/\tan \theta$  para APV II  
 Para Cat H,  $X_E = 700 + (38/\tan \theta)$  para APV I y  $X_E = 700 + (8/\tan \theta)$  para APV II.

#### 5.4.5.9.4 Ajuste para elevaciones de aeródromo altas y ángulos de trayectoria de planeo pronunciados

**5.4.5.9.4.1 Márgenes de pérdida de altura (HL)/error de altímetro.** Los márgenes de la Tabla II-1-1-2 deberán ajustarse de la forma siguiente:

- para elevaciones de aeródromo superiores a 900 m (2 953 ft), las tolerancias tabuladas deberán incrementarse en un 2% del margen de error del radioaltímetro por cada 300 m (984 ft) de elevación del aeródromo; y
- para ángulos de trayectoria de planeo de más de  $3,2^\circ$ , en casos excepcionales las tolerancias se incrementarán en un 5% del margen de error del radioaltímetro por cada  $0,1^\circ$  de aumento en el ángulo de la trayectoria de planeo comprendida entre  $3,2^\circ$  y  $3,5^\circ$ .

**5.4.5.9.4.2 Ángulo de trayectoria de planeo pronunciado.** Los procedimientos en los que intervienen trayectorias de planeo con ángulos de más de  $3,5^\circ$  o con otros ángulos, cuando la velocidad nominal de descenso ( $V_{at}$  para el tipo de aeronave multiplicado por el seno del ángulo de trayectoria de planeo) excede de 5 m/s (1 000 ft/min), no están normalizados para aeronaves de alas fijas, y se requiere lo siguiente:

- un aumento del margen de pérdida de altura (que puede ser propio del tipo de aeronave);

- b) un ajuste del origen de la superficie de aproximación frustrada;
- c) un ajuste de la pendiente de las superficies W y W' OAS de APV con SBAS;
- d) un nuevo levantamiento topográfico de los obstáculos; y
- e) la aplicación de las correspondientes limitaciones operacionales.

Dichos procedimientos normalmente están restringidos a aeronaves y explotadores específicamente autorizados y se asocian a las restricciones correspondientes a aeronaves y tripulaciones. Para aeronaves de alas fijas, no deben utilizarse como medio para la introducción de procedimientos de atenuación del ruido.

5.4.5.9.4.3 En el apéndice se indican los cambios en el diseño de procedimientos que se requieren para los procedimientos APV SBAS para ángulos de trayectoria de planeo de hasta 6,3° (11%) y se incluyen las consideraciones correspondientes en materia operacional y de certificación.

## 5.5 TRAMO DE APROXIMACIÓN FRUSTRADA

### 5.5.1 Generalidades

5.5.1.1 Los criterios para la aproximación frustrada final se basan en los criterios generales (véase la Parte I, Sección 4, Capítulo 6) con ciertas modificaciones para las diferentes áreas y superficies asociadas con el tramo APV y la posible variación en la OCA/H para ese tramo de acuerdo con la categoría de aeronave.

5.5.1.2 La referencia empleada para calcular distancias y pendientes al hacer los cálculos de franqueamiento de obstáculos se denomina “comienzo del ascenso” (SOC), determinado por la altura y la distancia en que el plano GP' alcanza una altitud OCA/H – HL (donde OCA/H y HL están relacionadas con la misma categoría de aeronave).

5.5.1.3 Cuando los obstáculos identificados en el tramo final de aproximación frustrada resultan en un aumento en cualquiera de las OCA/H calculadas para el tramo APV, también se puede especificar una pendiente más pronunciada de la superficie de aproximación frustrada (Z) si esto proporcionara un franqueamiento sobre esos obstáculos a una OCA/H especificada más baja (véase la Parte I, Sección 4, Capítulo 6, 6.2.2.2).

### 5.5.2 Aproximación frustrada en línea recta

5.5.2.1 *Terminación del tramo APV.* El tramo APV termina en la distancia en que la superficie Z alcanza una semianchura de área de 1,76 km (0,95 NM) [para helicópteros, 1,48 km (0,8 NM)]. Para la parte en línea recta de la aproximación frustrada final la semianchura de área es igual a 1,76 km (0,95 NM) [para helicópteros, 1,48 km (0,8 NM)]. Las áreas secundarias no se aplican. (Véase la Figura III-3-5-8).

5.5.2.2 *Franqueamiento de obstáculos.* (Véase la Figura III-3-5-9). La elevación/altura de obstáculos en esta área de aproximación frustrada final será inferior a:

$$(OCA/H_{APV} - HL) + d_o \tan Z$$

donde:

OCA/H<sub>APV</sub> y HL están relacionadas con la misma categoría de aeronave.  
 d<sub>o</sub> se mide desde SOC paralela a la derrota de aproximación frustrada en línea recta.  
 Z es el ángulo de la superficie de aproximación frustrada con el plano horizontal.

Si no se puede satisfacer este criterio, se prescribirá un viraje para evitar el obstáculo de que se trata o, si eso no fuera practicable, se aumentará la OCA/H.

### 5.5.3 Aproximación frustrada con viraje

5.5.3.1 *Generalidades.* Para los procedimientos APV SBAS, el viraje de aproximación frustrada se prescribirá en un TP designado. Los virajes a una altitud/altura designada o “lo antes posible” no pueden aplicarse debido a las capacidades actuales del receptor SBAS. Los criterios aplicados dependen del lugar de viraje con relación al umbral y a la terminación normal del tramo APV, y son los siguientes:

- a) *viraje después del tramo APV.* Si se prescribe un viraje después de la distancia de terminación normal del tramo APV, los criterios generales de la Parte I, Sección 4, Capítulo 6, 6.4.6.4 se aplican con las siguientes excepciones:
  - 1) la OCA/H se reemplaza por  $(OCA/H_{APV} - HL)$ , y
  - 2) debido a que el SOC está relacionado con OCA/H, no es posible obtener el franqueamiento de obstáculos por los medios indicados en los criterios generales de ajuste independiente de OCA/H o MAPt;
- b) *viraje en el tramo APV.* Si se prescribe un viraje en un TP designado de modo que el TP anterior está dentro de la distancia de terminación normal, se aplicarán los criterios especificados en 5.5.3.2 y 5.5.3.3.

5.5.3.2 *Viraje en un TP designado después del umbral con el TP anterior antes de la terminación normal del tramo APV.* Cuando se especifique un viraje en un TP designado después del umbral y el TP anterior se encuentre antes de la distancia normal de terminación del tramo APV, el tramo APV se reduce y termina en el TP anterior. Esto permite calcular la OCA/H<sub>APV</sub> y  $(OCA/H_{APV} - HL)$ ; seguidamente se determina el SOC.

5.5.3.2.1 *Área de viraje.* El área de viraje se construye como se especifica en la Parte I, Sección 4, Capítulo 6, 6.4.6, “Viraje iniciado en un punto de viraje designado”, salvo que se basa en la anchura del perímetro de la superficie Y OAS APV SBAS en los TP anterior y posterior (véase la Figura III-3-5-10).

5.5.3.2.2 *Margen de franqueamiento de obstáculos.* La elevación/altura de los obstáculos será inferior a:

$$(OCA/H_{APV} - HL) + d_o \tan Z - MOC$$

donde:

$d_o = d_z +$  distancia más corta entre el obstáculo y la línea K-K’; y

$d_z =$  distancia horizontal entre el SOC y el TP anterior,

MOC = 50 m (164 ft) [Cat H, 40 m (132 ft)] para virajes de más de 15° y

30 m (98 ft) para virajes de 15° o menos.

Si la elevación/altura del obstáculo excede de OCA/H<sub>APV</sub>, se aumentará la OCA/H<sub>APV</sub>, o bien se debe desplazar el TP para obtener el margen de franqueamiento de obstáculos requerido.

5.5.3.3 *Viraje en un TP designado antes del umbral.* Se puede prescribir un viraje en un TP designado antes del umbral para evitar obstáculos situados al principio de la aproximación frustrada en línea recta (véase Figura III-3-5-11, obstáculo 01). Para un procedimiento de este tipo, el bloque de datos del tramo de aproximación final (FAS) se aplicará empleando un punto de umbral ficticio (FTP) situado en el TP.

5.5.3.3.1 *Punto de viraje.* Se escoge un punto de viraje posterior para permitir a la aeronave evitar obstáculos en la línea recta que sigue. Seguidamente se traza el punto de viraje (TP) antes del TP posterior a una distancia equivalente a 0,6 km (0,3 NM) más seis segundos de vuelo (tiempo de reacción del piloto y para establecer la inclinación lateral) a la velocidad de la aproximación frustrada final (o velocidad máxima de aproximación frustrada publicada) más viento de cola de 56 km/h (30 kt). Para este tipo de viraje el SOC coincide con el TP anterior y el tramo APV termina en este punto. La OCA/H<sub>APV</sub> es igual a la altitud/altura del SOC incrementado por el valor HL.

5.5.3.3.2 *Área de viraje.* El área de viraje se construye como está especificado en la Parte I, Sección 4, Capítulo 6, salvo que se basa en la anchura del perímetro de la superficie Y OAS APV SBAS en los TP anterior y posterior (véase la Figura III-3-5-11).

5.5.3.3.3 *Margen de franqueamiento de obstáculos.* La elevación/altura de los obstáculos será inferior a:

$$(OCA/H_{APV} - HL) + d_o \tan Z - MOC$$

donde:

$d_o$  = distancia más corta desde el obstáculo hasta la línea K-K',

y MOC es:

50 m (164 ft) [Cat H, 40 m (132 ft)] para virajes de más de 15° y 30 m (98 ft) para virajes de 15° o menos.

## 5.6 APROXIMACIONES ILS/MLS/GBAS/APV SBAS SIMULTÁNEAS A PISTAS DE VUELO POR INSTRUMENTOS PARALELAS O CASI PARALELAS

*Nota.— Los textos de orientación figuran en el Manual sobre operaciones simultáneas en pistas de vuelo por instrumentos paralelas o casi paralelas (SOIR) (Doc 9643).*

### 5.6.1 Generalidades

Cuando se prevea utilizar procedimientos de aproximación APV SBAS en pistas paralelas, simultáneamente con procedimientos de aproximación de precisión ILS, MLS o GBAS, se aplicarán los siguientes criterios adicionales en el diseño de los dos procedimientos:

- el ángulo máximo de interceptación con la derrota de aproximación de rumbo de aproximación final es de 30°. El punto de interceptación con el rumbo de derrota de aproximación final debería encontrarse a por lo menos 3,7 km (2,0 NM) antes del punto de interceptación de la trayectoria de planeo;
- las altitudes mínimas de los tramos intermedios de los dos procedimientos difieren en, por lo menos, 300 m (1 000 ft); y
- las derrotas nominales de los dos procedimientos de aproximación frustrada divergen en por lo menos 30°, y los virajes de aproximación frustrada asociados se especifican como “lo antes posible”, lo que puede comprender la construcción de uno o varios procedimientos de aproximación frustrada.

También pueden aplicarse aproximaciones APV SBAS para dar servicio simultáneamente a las dos pistas; sin embargo, es necesario llevar a cabo un estudio independiente de la seguridad operacional cuando se pretenda utilizar el sistema SBAS para las dos pistas.

### 5.6.2 Franqueamiento de obstáculos

Los criterios de franqueamiento de obstáculos para aproximaciones APV SBAS y de precisión que se especifican en los capítulos correspondientes se aplican a cada uno de los procedimientos de aproximación paralela. Además de estos criterios, se efectuará una comprobación de los obstáculos en el área localizada en el lado opuesto de la otra pista paralela, a fin de proteger los virajes prematuros necesarios para evitar cualquier posible aeronave intrusa procedente de la pista adyacente. Esta verificación puede hacerse utilizando una serie de superficies de evaluación de obstáculos para aproximaciones paralelas (PAOAS) definidas por separado. En la Parte II, Sección 1, Capítulo 1, Apéndice D, se incluye un ejemplo de un método de evaluación de obstáculos para estos procedimientos.

## 5.7 APROXIMACIÓN APV SBAS CON ALINEACIÓN DE DERROTA DE APROXIMACIÓN FINAL DESPLAZADA

### 5.7.1 Uso de aproximación APV SBAS con alineación desplazada

5.7.1.1 En ciertos casos puede no ser practicable físicamente alinear el tramo de aproximación final con el eje de la pista debido a problemas de obstáculos. No se establecerá una derrota de aproximación final desplazada como medida de atenuación del ruido. La derrota de aproximación final intersectará la prolongación del eje de la pista:

- a) en un ángulo que no excede de 5°; y
- b) en un punto en que la trayectoria de planeo nominal alcanza una altura denominada altura de interceptación de por lo menos 55 m (180 ft) por encima del umbral.

5.7.1.2 Este procedimiento se anotará como “desplazamiento de derrota de aproximación final ... grados” (décimas de grados).

5.7.1.3 La configuración general se ilustra en la Figura III-3-6-18.

### 5.7.2 Criterios de franqueamiento de obstáculos

Las disposiciones de 5.1 a 5.5 se aplican, salvo que:

- a) todas las superficies y cálculos de franqueamiento de obstáculos se basan en una pista ficticia alineada con la derrota de aproximación final. Esta pista ficticia tiene la misma longitud y la misma elevación del umbral de aterrizaje que la pista real. El FTP y la anchura de rumbo en el FTP son análogos al LTP para un procedimiento alineado. El DCP está situado a 15 m (50 ft) por encima del FTP; y
- b) la OCA/H para este procedimiento será, como mínimo, de: altitud/altura de interceptación + 20 m (66 ft).

## 5.8 PROMULGACIÓN

5.8.1 Se aplican los criterios generales de la Parte I, Sección 4, Capítulo 9, 9.5, “Procedimiento de denominación de cartas de llegada y aproximación”. La carta de aproximación por instrumentos para un procedimiento de aproximación con SBAS se identificará con el título RNAV<sub>(GNSS)</sub> Rwy XX. Si se publica más de una aproximación GNSS para la misma pista, se aplicará la regla convencional de título de procedimiento duplicado, identificándose la aproximación que tenga los valores mínimos inferiores como RNAV<sub>(GNSS)</sub> Z Rwy XX.

### 5.8.2 Promulgación de valores OCA/H

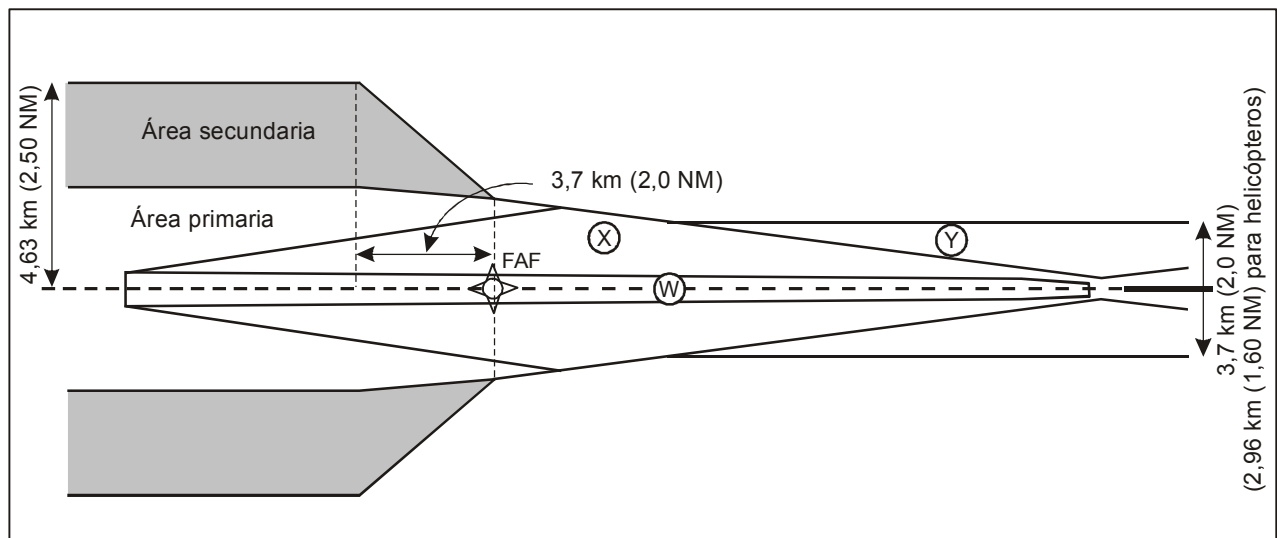
5.8.2.1 *Promulgación de la OCA/H para procedimientos de aproximación APV SBAS.* Se promulgarán los valores OCA/H para aquellas categorías de aeronave para las cuales se ha diseñado el procedimiento. Los valores se basarán en las condiciones normalizadas siguientes:

- a) vuelo LPV con altímetro barométrico;
- b) dimensiones normalizadas de la aeronave (véase 6.1.3); y
- c) 2,5% de pendiente ascensional de aproximación frustrada.

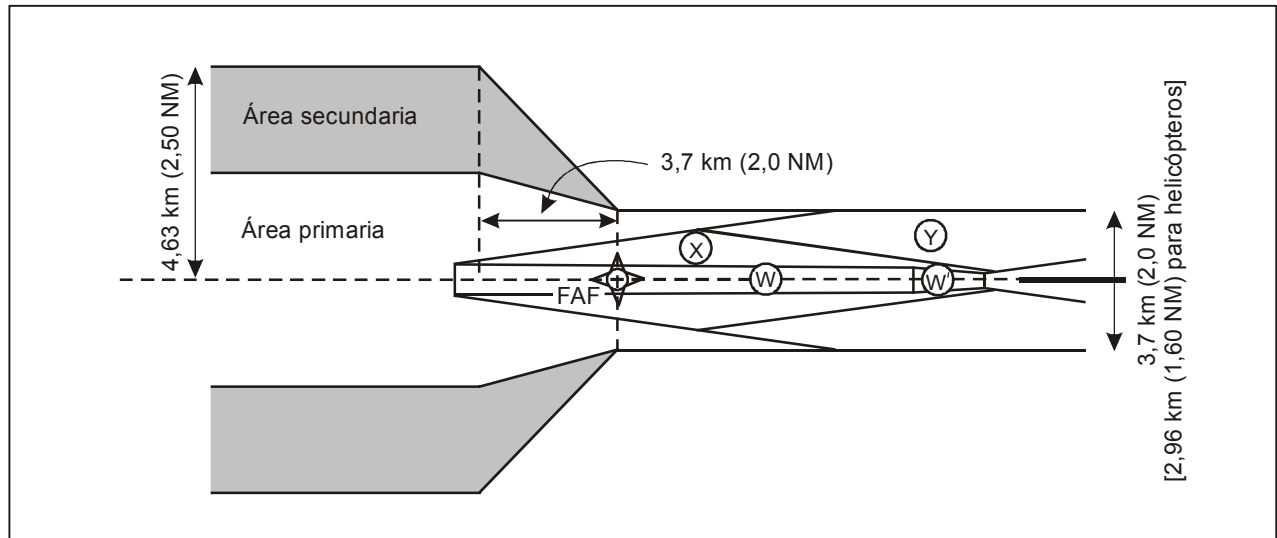
Pueden añadirse y promulgarse valores adicionales de OCA/H entre explotadores y la autoridad competente, de conformidad con las pruebas que demuestren las modificaciones definidas en 5.4.5.7.

5.8.3 *Casilla de valores mínimos.* Se podrá promulgar una tabla de valores OCA/H para cada categoría de aeronave para las operaciones SBAS en un aeródromo en particular.

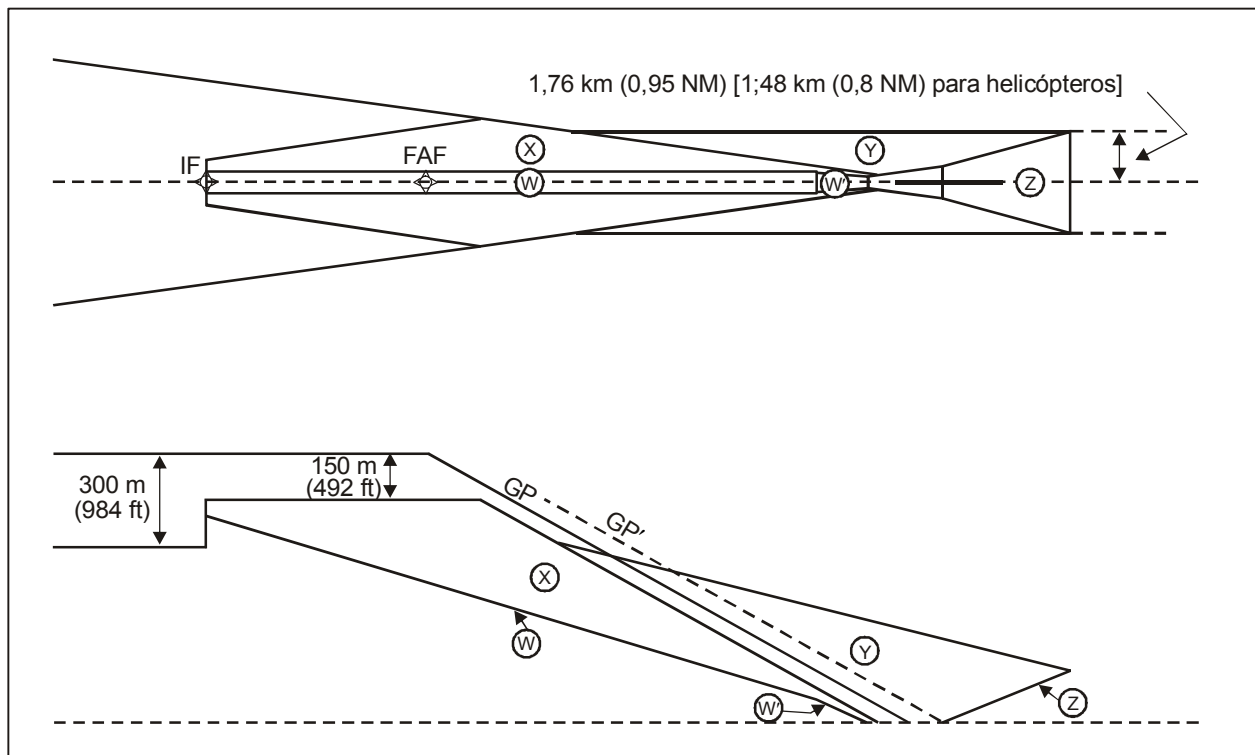
5.8.4 *Pendiente adicional para el tramo de aproximación frustrada final.* Si los obstáculos identificados en el tramo de aproximación frustrada final resultan en un incremento de cualquiera de las OCA/H calculadas para el tramo de precisión, podrá especificarse también una pendiente adicional más pronunciada para la pendiente de la superficie de aproximación frustrada (Z) a fin de reducir la altura de la OCA/H (véase la Parte I, Sección 4, Capítulo 6, 6.2, “Pendiente de ascenso y MOC”).



**Figura III-3-5-1 a). Área de aproximación intermedia (basada totalmente en SBAS).  
FAF lejos del umbral [anchura de superficie X a más de 3,7 km (2 NM) en el FAF]**



**Figura III-3-5-1 b). Área de aproximación intermedia (basada totalmente en SBAS). FAF cerca del umbral [anchura de superficie X a menos de 3,7 km (2 NM) en el FAF]**



**Figura III-3-5-2. Ilustración de superficies de evaluación de obstáculos en APV SBAS (vista en planta y de perfil)**

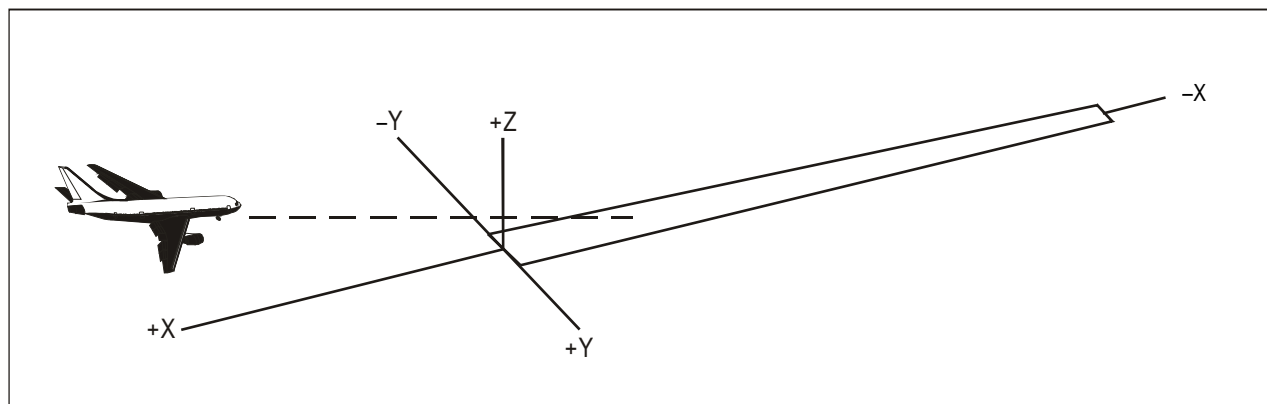


Figura III-3-5-3. Sistema de coordenadas

**NAVIGATION AID DATA**

Approach Category:

GPWPA (\*):  LOC THR Dist <sup>(1)</sup>:  m

RDH:  m Course width at THR:  m

---

**AIRCRAFT DATA**

M/App CG (%):  CAT:  STD: ☒ Wing Semi Span:  m GP Wheel / Antenna height:  m

---

**OAS constants**

	A	B	C		A	B	C
W	0.028500	0.000000	-8.01	Y	0.023948	0.210054	-59.51
W*	0.039290	0.000000	-38.75	Z	-0.025000	0.000000	-60.50
X	0.027681	0.182500	-54.72				

---

**OAS Template coordinates -m (metres)**

**THR Elevation**

	X	Y
C	281	257
D	438	233
E	-2420	559

**Upper coordinates**

	X	Y	Z
C"	10807	304	300
C'''	2849	268	73
D"	6163	1008	300
E"	-7967	1852	199

Y surface template contours are parallel to line D-E.

---

**OAS height calculator**

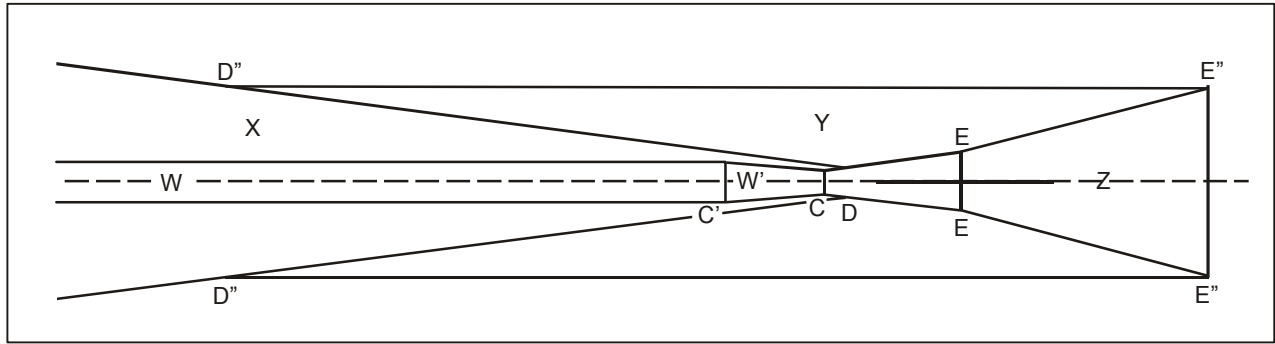
X:  m Y:  m Z:  m

---

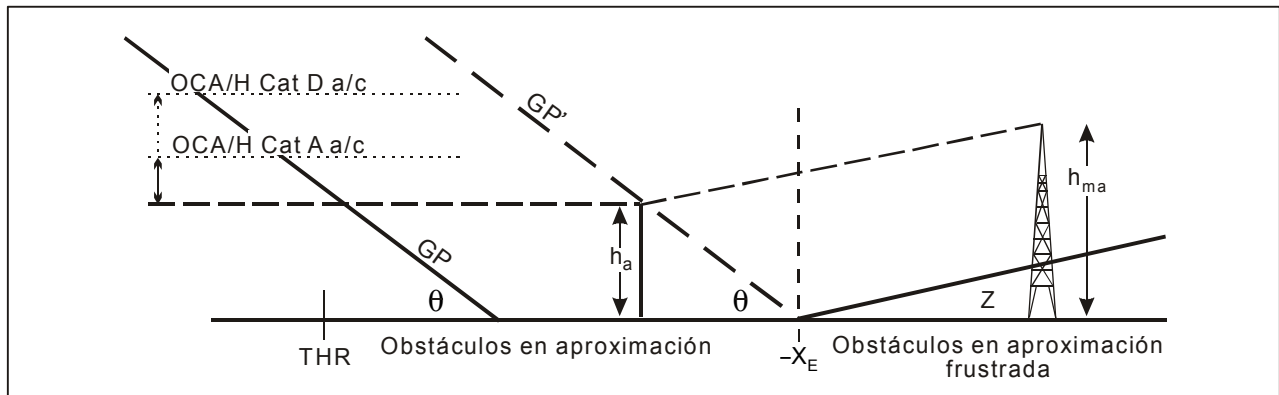
(1) For MLS read: "Azimuth antenna to THR distance"; for GBAS/APV read: "GARP-LTP distance".

Figura III-3-5-4. Ejemplo de presentación de datos de entrada/salida del soporte lógico de OAS de los PANS-OPS

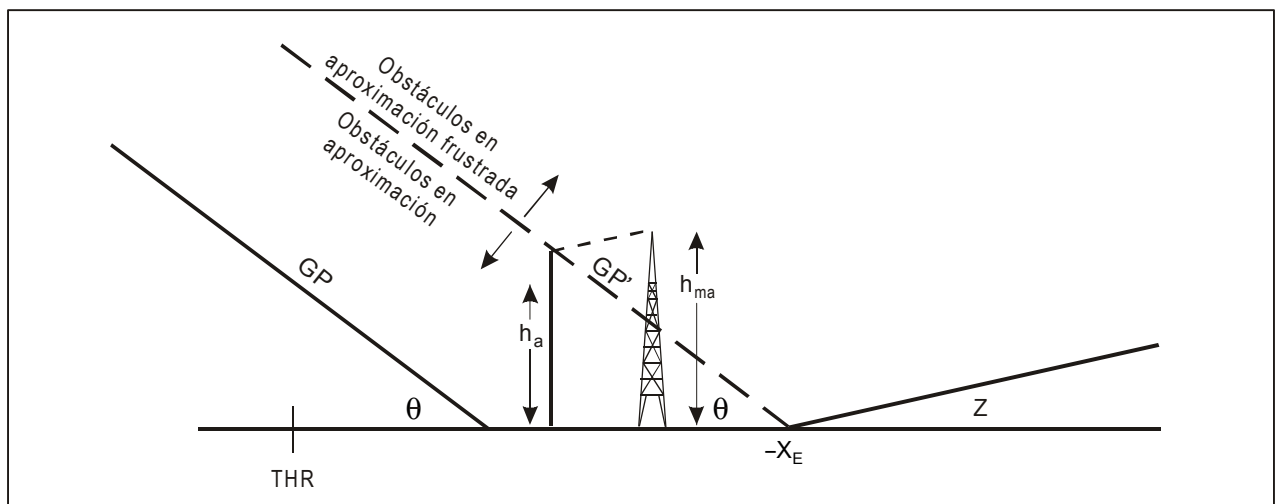




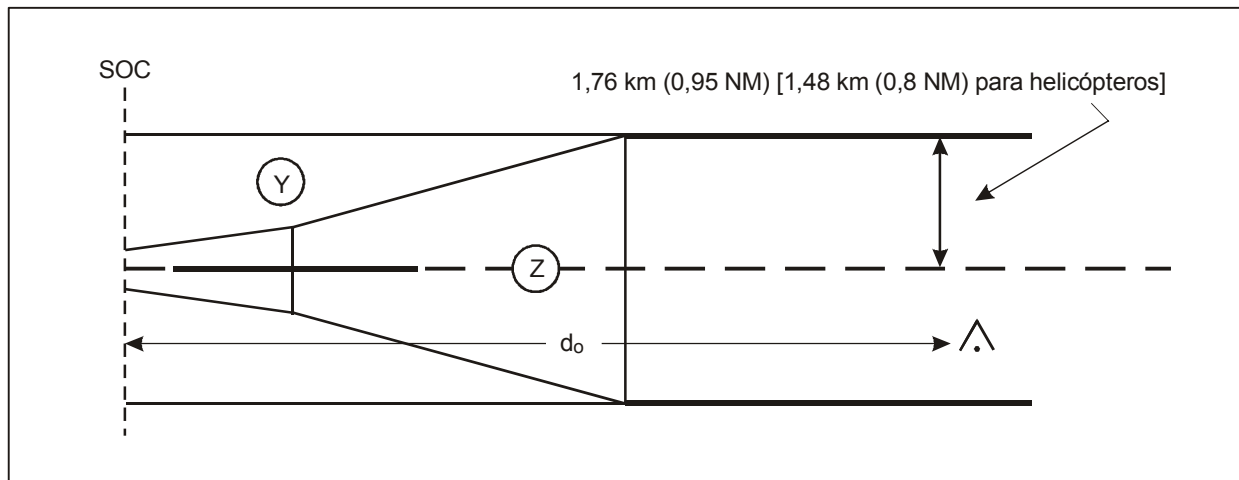
**Figura III-3-5-5. Perímetros típicos de las OAS APV I SBAS para aeronaves de tamaño ordinario**



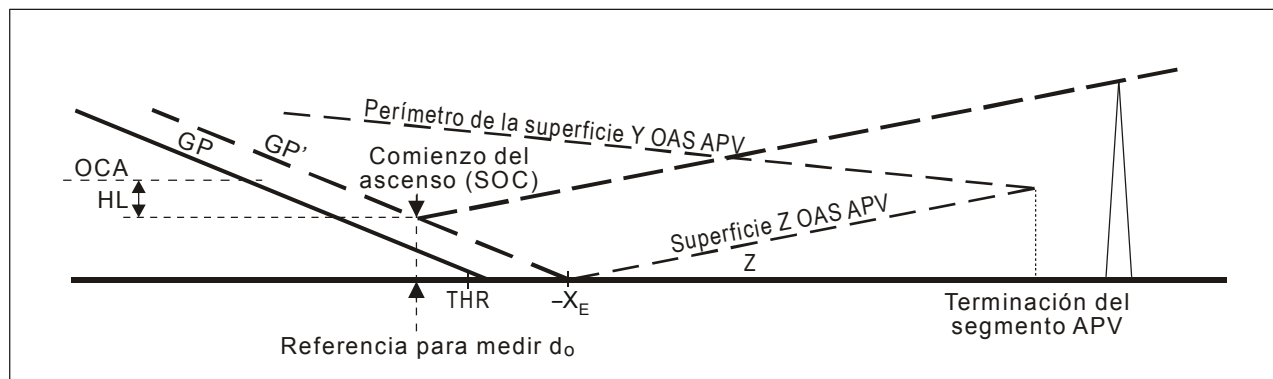
**Figura III-3-5-6. Obstáculo en aproximación frustrada después de la distancia  $-X_E$**



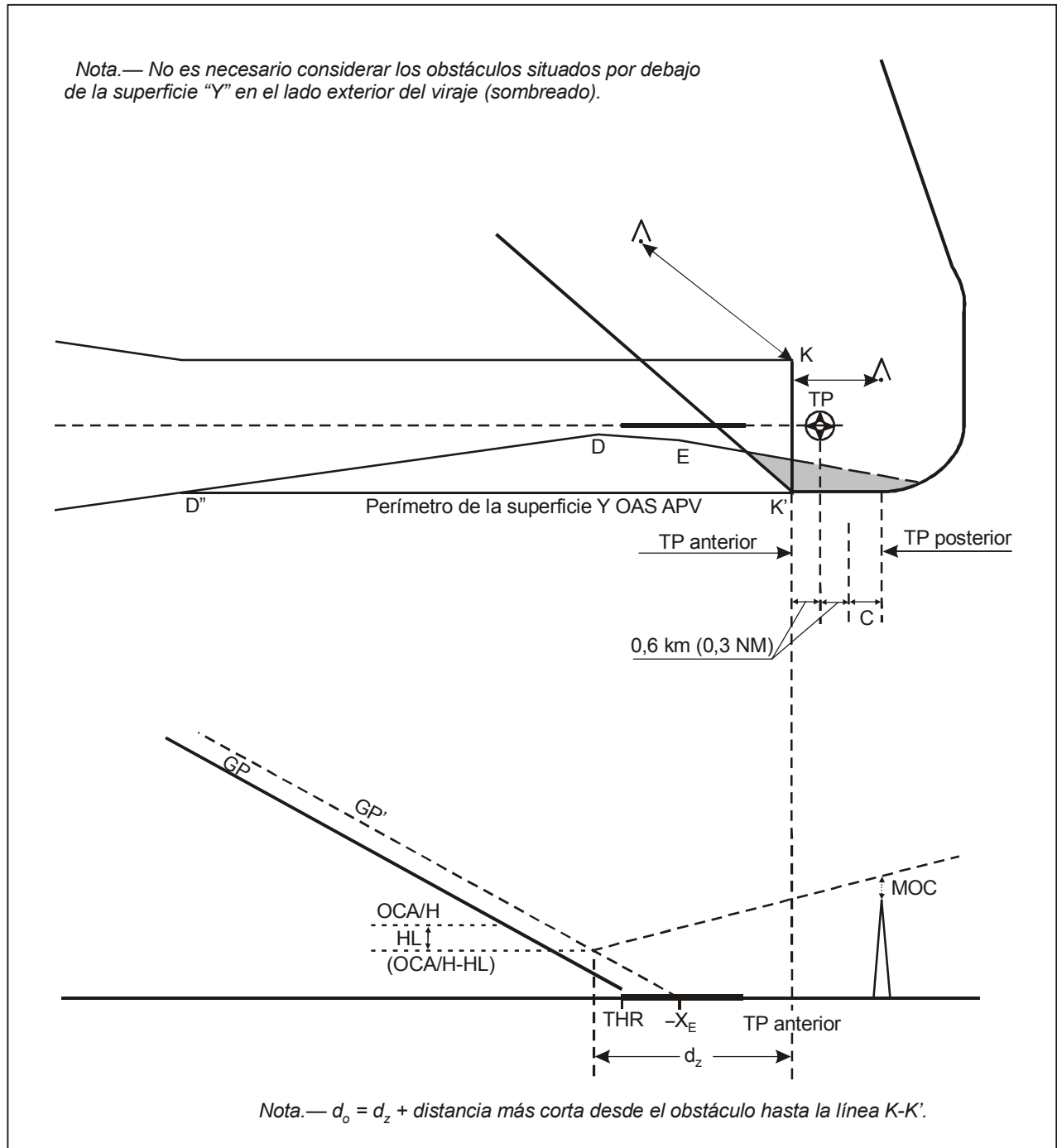
**Figura III-3-5-7. Obstáculo en aproximación frustrada antes de la distancia  $-X_E$**



**Figura III-3-5-8. Tramo final de aproximación frustrada en línea recta**

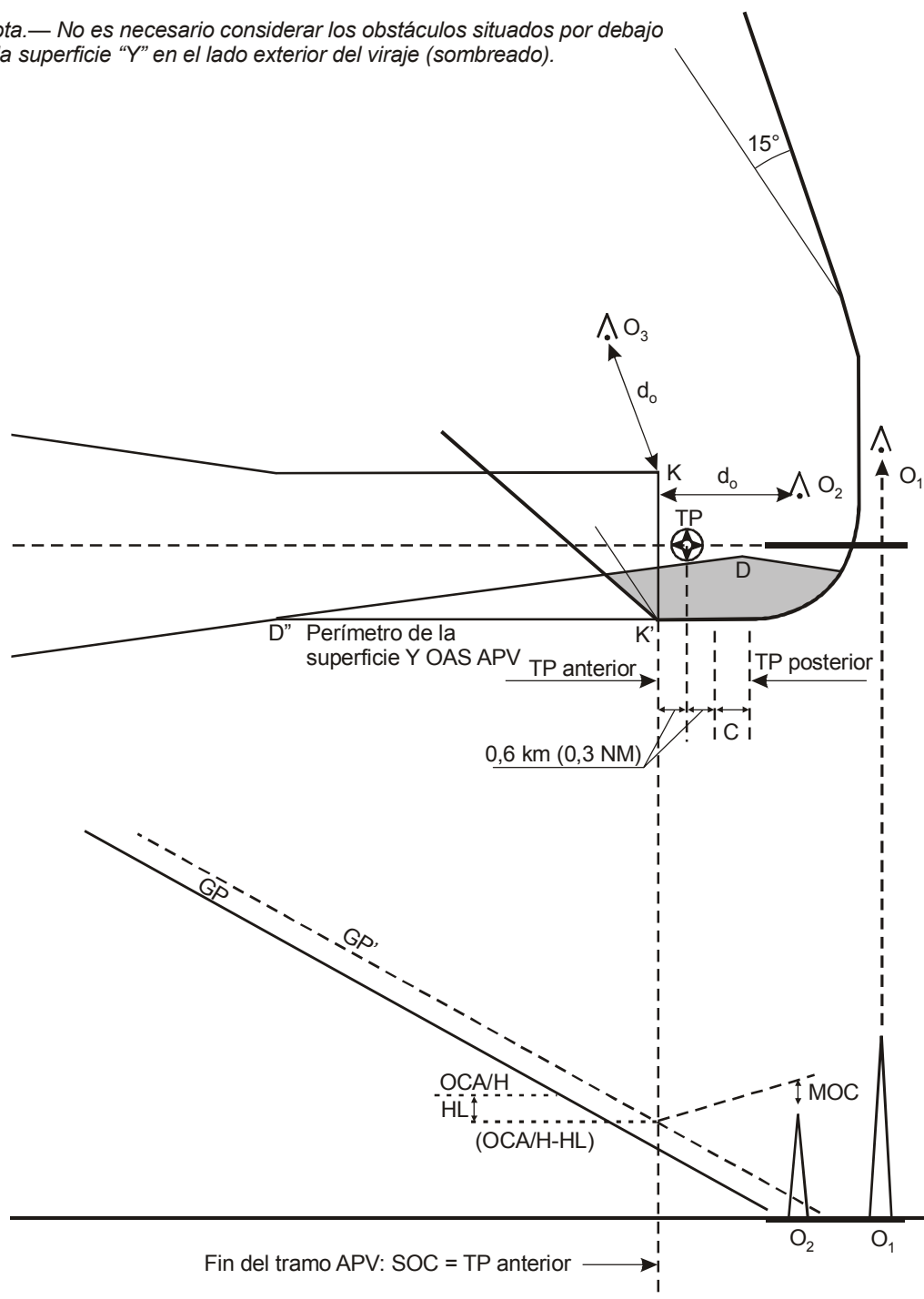


**Figura III-3-5-9. Franqueamiento de obstáculos en aproximación frustrada en línea recta**



**Figura III-3-5-10. Viraje de un TP designado (punto de recorrido de sobrevuelo) después del umbral**

*Nota.— No es necesario considerar los obstáculos situados por debajo de la superficie "Y" en el lado exterior del viraje (sombreado).*



**Figura III-3-5-11. Viraje en un TP designado  
(punto de recorrido de sobrevuelo) antes del umbral**

## Apéndice del Capítulo 5

### APROXIMACIONES CON ÁNGULOS DE TRAYECTORIA DE PLANEOPRONUNCIADOS DE HASTA 6,3° (11%)

#### 1. GENERALIDADES

1.1 Para aeronaves con alas fijas, deberían utilizarse ángulos de trayectoria de planeo superiores a los valores corrientes (véase 5.1) en el diseño de procedimientos de aproximación, sólo para fines de franqueamiento de obstáculos; dichos ángulos no deben utilizarse como medio de introducir procedimientos de atenuación del ruido. Estos procedimientos no son normales y requieren aprobación especial.

1.2 El uso de los criterios APV SBAS de este apéndice se limita a procedimientos con ángulo de trayectoria de planeo menor o igual que 6,3° (11%).

#### 2. DISEÑO DE PROCEDIMIENTOS

##### 2.1 Criterios de franqueamiento de obstáculos

Los siguientes criterios de franqueamiento de obstáculos deberían ajustarse al ángulo específico de la trayectoria de planeo:

- a) las superficies W y W' de las OAS de APV del SBAS;
- b) el origen de la superficie Z de las OAS de APV del SBAS; y
- c) el margen de pérdida de altura/error de altímetro (véase el párrafo 3).

##### 2.2 Determinación de los coeficientes de las superficies OAS de APV del SBAS

- *Superficie W*: el coeficiente  $A_W$  se determina por medio de la fórmula

$$A_W = 0,0239 + 0,0092 (\theta - 2,5)$$

donde  $\theta$  es el ángulo de trayectoria de planeo en grados.

$$\text{Coeficiente } C_W = -6,45$$

- *Superficie W'*: Los coeficientes  $A_{W'}$  y  $C_{W'}$  se determinan por medio de la fórmula

$$A_{W'} = \tan(0,75\theta)$$

$$C_{W'} = -50 + \text{RDH} \tan(0,75\theta)/\tan(\theta) \text{ para APV I y } C_{W'} = -20 + \text{RDH} \tan(0,75\theta)/\tan(\theta) \text{ para APV II}$$

donde

RDH = altura del punto de referencia (m)

$\theta$  = ángulo de trayectoria de planeo

- *Superficies X y Y*: para todos los ángulos de trayectoria de planeo de más de  $3,5^\circ$ , se utilizan los coeficientes de las superficies X e Y para una trayectoria de planeo de  $3,5^\circ$  a la distancia apropiada del GARP/umbral.
- *Superficie Z*: El coeficiente  $C_z$  para la superficie Z se determina mediante la fórmula

$$C_z = -A_z X_E$$

donde  $A_z$  es el coeficiente A para la pendiente de aproximación frustrada seleccionada y  $X_E$  es la nueva coordenada del origen de la superficie Z:

$$X_E = -[900 + (38/\tan\theta) + 50(\theta - 3,5^\circ)/0,1^\circ] \text{ para APV I y}$$

$$X_E = -[900 + (8/\tan\theta) + 50(\theta - 3,5^\circ)/0,1^\circ] \text{ para APV II}$$

$$\text{Para Cat H, } X_E = -[700 + (38/\tan\theta) + 50(\theta - 3,5^\circ)/0,1^\circ] \text{ para APV I y}$$

$$X_E = -[700 + (8/\tan\theta) + 50(\theta - 3,5^\circ)/0,1^\circ] \text{ para APV II}$$

### 2.3 Determinación de la altura del obstáculo de aproximación equivalente

Utilícese la fórmula:

$$h_a = [h_{ma} \cot Z + (x - X_E)]/(\cot Z + \cot \theta)$$

donde:

$h_a$  = altura del obstáculo de aproximación equivalente

$h_{ma}$  = altura del obstáculo de aproximación frustrada

$\theta$  = ángulo de la trayectoria de planeo

$Z$  = ángulo de la superficie de aproximación frustrada

$X_E$  = nueva coordenada del origen de la superficie Z

$x$  = distancia del obstáculo relativa al umbral (negativa después del umbral).

### 2.4 Nuevo levantamiento topográfico de obstáculos

Si se modifica la configuración de las OAS de APV del SBAS, puede ser necesario un nuevo levantamiento topográfico de obstáculos.

## 2.5 Promulgación

Se incluirá una nota especial en la carta de aproximación por instrumentos indicando que en el uso de dicho procedimiento se exige una aeronave apropiada y una tripulación con cualificaciones adecuadas (véase el Anexo 4, 11.10.8.8).

## 3. MARGEN DE PÉRDIDA DE ALTURA Y OTRAS CONSIDERACIONES

### 3.1 Márgenes de pérdida de altura para trayectorias de planeo de más de 3,5°

El margen de pérdida de altura puede obtenerse mediante extrapolación a partir de las fórmulas de la Parte II, Sección 1, Capítulo 1, 1.4.8.8.3.1, y del Capítulo 3, 3.4.8.8.3.1, bajo el título común de “Márgenes de pérdida de altura (HL)/error de altímetro”. Sin embargo, dicha extrapolación puede no ser válida para ángulos de trayectoria de planeo de más de 3,5° o de menos de 3,5° cuando la velocidad nominal de descenso ( $V_{at}$  para el tipo de aeronave multiplicada por el seno del ángulo de la trayectoria de planeo) exceda de 5 m/s (1 000 ft/min), a no ser que se hayan verificado mediante ensayos en vuelo los efectos de:

- a) la configuración de resistencia mínima al avance;
- b) la cizalladura del viento;
- c) las leyes de control;
- d) las características de maniobrabilidad;
- e) la potencia mínima para antihielo;
- f) la modificación GPWS;
- g) el uso del director de vuelo/piloto automático;
- h) el tiempo de calentamiento de motores; e
- i) el aumento de la  $V_{at}$  por razones de maniobrabilidad.

### 3.2 Consideraciones operacionales adicionales sobre el margen de pérdida de altura

Además, el margen de pérdida de altura puede resultar inadecuado, a menos que se consideren operacionalmente la configuración, la operación con motores inactivos, los límites máximo de viento de cola y mínimo de viento de frente, el GPWS, las mínimas meteorológicas, las ayudas visuales y las cualificaciones de la tripulación, etc.





## Capítulo 6

# PROCEDIMIENTOS DE APROXIMACIÓN DE PRECISIÓN — GBAS

### 6.1 INTRODUCCIÓN

#### 6.1.1 Aplicación

Los criterios GBAS contenidos en este capítulo se basan en criterios ILS y están relacionados con la actuación de los equipos de tierra y de a bordo y con la integridad requerida para satisfacer los requisitos operacionales de Categoría I descritos en el Anexo 10. Las definiciones específicas utilizadas en este capítulo se ilustran en la Figura III-3-6-1.

*Nota.— Mientras se procede a la preparación de criterios GBAS específicos para la Categoría I, los criterios contenidos en este capítulo se basan en un método de equivalencia con la Categoría I del ILS. Los requisitos del Anexo 10 para aproximaciones de las Categorías II y III están en preparación; hasta que finalice la misma, se facilitarán los criterios de diseño de procedimientos.*

#### 6.1.2 Construcción del procedimiento

El procedimiento desde el tramo en ruta hasta el tramo de aproximación final GBAS y en la fase de aproximación frustrada final cumple los criterios generales. Las diferencias residen en los requisitos físicos para el tramo de precisión GBAS, que comprende el tramo de aproximación final así como las fases inicial e intermedia del tramo de aproximación frustrada. Estos requisitos están relacionados con el funcionamiento del sistema GBAS de la Categoría I.

#### 6.1.3 Condiciones normalizadas

La lista siguiente contiene las hipótesis normalizadas para la elaboración de los procedimientos. Se prevén ajustes para cuando sea necesario. Los ajustes son obligatorios cuando las condiciones difieren negativamente de las condiciones normalizadas y son opcionales cuando así se especifica (véase 6.4.8.7, “Ajuste de las constantes OAS”).

- a) Se supone que las dimensiones máximas de las aeronaves son las siguientes:

Categoría de aeronaves	Envergadura	Distancia vertical entre las trayectorias de vuelo de las ruedas y de la antena GBAS (m)
H	30	3
A, B	60	6
C, D	65	7
D <sub>L</sub>	80	8

*Nota 1.— La OCA/H para aeronaves Cat D<sub>L</sub> se publica cuando es necesario.*

*Nota 2.— Las dimensiones indicadas comprenden tipos de aeronave actuales; fueron elegidas para simplificar los cálculos de la OCA/H y la promulgación de los mínimos correspondientes a cada categoría de aeronaves. Se supone que estas dimensiones no están destinadas para fines distintos al cálculo de la OCA/H en otros documentos de OACI. La utilización de superficies OAS para calcular la OCA/H puede producir diferencias significativas entre categorías de aeronaves debido a pequeñas diferencias en cuanto a las dimensiones. Por esta razón, siempre es preferible utilizar el modelo de riesgo de colisión (6.4.9) que permita evaluar de forma más realista tanto la altura como la posición de los obstáculos.*

*Nota 3.— Las aeronaves de la Categoría E actuales no son normalmente aeronaves de transporte civil y sus dimensiones no están necesariamente relacionadas con  $V_{at}$  a la masa máxima al aterrizaje. Por esta razón, deberán tratarse cada una por separado.*

- b) Pendiente de ascenso en aproximación frustrada: 2,5%.
- c) Anchura del rumbo GBAS: 210 m en el umbral.
- d) Ángulo de la trayectoria de planeo:
  - 1) mínimo/óptimo: 3,0°;
  - 2) máximo: 3,5°.
- e) Altura de referencia GBAS: 15 m (50 ft).
- f) Todas las alturas de obstáculos tienen como referencia la elevación del umbral. El diseñador del procedimiento deberá declarar el valor de ondulación (N) en cada umbral de pista.
- g) El desplazamiento de la longitud delta es cero.

6.1.3.1 *Datos del tramo de aproximación final (FAS).* El tramo de aproximación final se define mediante datos preparados por el diseñador del procedimiento. Por lo tanto, la precisión de la trayectoria depende totalmente de la integridad y de la precisión de los datos originales sobre la pista y de los cálculos realizados por el diseñador. La descripción total de la trayectoria, incluyendo la trayectoria de planeo, la anchura del sector de guía lateral, la alineación y todos los demás parámetros que describen la trayectoria, los origina el diseñador y no están afectados por el emplazamiento de las instalaciones de tierra. Los parámetros de la trayectoria están diseñados utilizando cálculos geométricos y geodésicos, y formateados en medios electrónicos en un bloque de datos FAS, como se describe en el apéndice de este capítulo. Seguidamente, se incorporan datos para proporcionar una comprobación cíclica redundante (CRC) y el bloque completo se transfiere a los usuarios para garantizar la integridad de la información durante el proceso de inclusión de los datos de trayectoria en el sistema GBAS para su transmisión a los sistemas de a bordo de los usuarios. Una descripción completa del bloque de datos FAS se incluye en el Doc 9368, *Manual de construcción de procedimientos para vuelo por instrumentos*, Adjunto C.5, junto con un ejemplo del proceso y del producto.

#### **6.1.4 Altitud/altura (OCA/H) de franqueamiento de obstáculos**

Los criterios GBAS permiten calcular una OCA/H para cada categoría de aeronaves. Véase la Parte I, Sección 4, Capítulo 1, 1.8, “Categorías de aeronaves”. Cuando se tuvieron en cuenta cálculos estadísticos, los valores de OCA/H se diseñaron en base a un objetivo de seguridad operacional integral en materia de riesgo de colisión con obstáculos de  $1 \times 10^{-7}$ , es decir, 1 en 10 millones por aproximación. La OCA/H garantiza el franqueamiento de obstáculos desde el comienzo de la aproximación final hasta el final del tramo de aproximación frustrada intermedia.

*Nota.— Esta OCA/H es sólo uno de los factores que deben considerarse al determinar la altura de decisión como se define en el Anexo 6.*

### 6.1.5 Métodos para calcular la OCA/H

6.1.5.1 *Generalidades.* Se presentan tres métodos para calcular la OCA/H, que conllevan aumentos progresivos del grado de complejidad del tratamiento de los obstáculos. Se han supuesto las condiciones normalizadas (como se especifica en 6.1.3) a menos que se hayan efectuado ajustes para considerar las condiciones no normalizadas.

6.1.5.2 *Primer método.* El primer método comprende un conjunto de superficies obtenidas a partir de las superficies limitadoras de obstáculos en la aproximación de precisión del Anexo 14 y una superficie de aproximación frustrada descrita en 6.4.7.2, “Definición de superficies ILS básicas”, denominadas en adelante “superficies ILS básicas”. Cuando se den las condiciones normalizadas como se especifica en 6.1.3 y no haya penetración en las superficies ILS básicas (véase 6.4.7.1, “Generalidades”) la OCA/H para Cat I se determinará en función de los márgenes de las categorías de aeronaves. Si los obstáculos penetran en las superficies ILS básicas, la OCA/H se calcula como se describe en 6.4.7.3, “Determinación de la OCA/H con superficies ILS básicas”.

6.1.5.3 *Segundo método.* El segundo método comprende un conjunto de superficies de evaluación de obstáculos (OAS) por encima de las superficies ILS básicas (véase 6.4.8.3, “Definición de superficie de evaluación de obstáculos (OAS)”). Si ningún obstáculo penetra en las OAS, y si la densidad de los obstáculos por debajo de las OAS es aceptable para las operaciones (véase 6.4.8.9, “Efecto de la densidad de obstáculos en la OCA/H”), la OCA/H para Cat I se define en función de los márgenes de las categorías de aeronaves. Sin embargo, si los obstáculos penetran en las OAS, el margen relativo a la categoría de aeronaves se añade a la altura del obstáculo más elevado en aproximación, o a la altura corregida del obstáculo que más penetre en aproximación frustrada, la que sea mayor. Este valor representa la OCA/H.

6.1.5.4 *Tercer método.* El tercer método, que utiliza un modelo de riesgo de colisión (CRM), se emplea como una alternativa al uso de los criterios OAS (segundo método) o cuando la densidad de los obstáculos por debajo de las OAS se considera excesiva. El CRM acepta todos los objetos como datos de entrada y evalúa, para un valor dado de OCA/H, tanto el riesgo que representa cada obstáculo como el riesgo acumulado del total de obstáculos. De este modo se facilita un juicio operacional para la elección de un valor de OCA/H.

*Nota 1.— Mientras se desarrollan distribuciones específicas GBAS para el CRM existente, debería utilizarse el CRM de ILS actual.*

*Nota 2.— El CRM no tiene en cuenta las características de los helicópteros. El CRM puede utilizarse, pero el método debería ser conservador.*

### 6.1.6 Referencias

Las referencias siguientes corresponden al material contenido en este capítulo y lo amplían:

- a) información sobre textos relativos a la obtención de las OAS (Adjunto de la Parte II, párrafo 1) y a la actuación de los equipos de tierra y de a bordo que se supone para la obtención de las OAS (párrafo 2);
- b) aproximación frustrada con viraje después de una aproximación de precisión (Parte II, Sección 1, Capítulo 1, Apéndice A);
- c) aproximaciones paralelas independientes a pistas paralelas próximas entre sí (Parte II, Sección 1, Capítulo 1, Apéndice D);
- d) determinación de las alturas y distancias de descenso de la trayectoria de planeo ILS/elevación MLS (Parte II, Sección 1, Capítulo 1, Apéndice C); y

- e) El soporte lógico de OAS de los PANS-OPS [sitio web público de la OACI ([www.icao.int](http://www.icao.int)) bajo “Publications”].

Pueden consultarse ejemplos de cálculo de la OCA/H en el *Manual de construcción de procedimientos de vuelo por instrumentos* (Doc 9368).

### 6.1.7 GBAS con trayectoria de planeo fuera de servicio

Un GBAS con trayectoria de planeo fuera de servicio es un procedimiento de aproximación que no es de precisión. Se aplican los principios del Capítulo 3, “Procedimientos para aproximaciones que no son de precisión”.

## 6.2 TRAMO DE APROXIMACIÓN INICIAL

### 6.2.1 Generalidades

El tramo de aproximación inicial para GBAS debe asegurar que la aeronave se encuentra situada dentro de la capacidad de servicio operacional del GBAS en una trayectoria o rumbo que facilite la interceptación del rumbo de aproximación final. Por esta razón, los criterios generales, que se aplican al tramo inicial (véase el Capítulo 2), se han modificado según lo dispuesto en 6.2.2, “Alineación”, y 6.2.3, “Área”. Para tramos de aproximación inicial RNAV, se aplican los criterios de los correspondientes capítulos sobre RNAV.

### 6.2.2 Alineación en el tramo de aproximación inicial

El ángulo de interceptación entre la derrota de aproximación inicial y la derrota intermedia no debería exceder de 90°. A fin de que el piloto automático pueda acoplarse en el rumbo de aproximación final, es deseable un ángulo de interceptación que no exceda de 30°. Cuando el ángulo exceda de 70° deberá identificarse un radial, una marcación, un vector radar o información de DME o RNAV que proporcione una guía de al menos 4 km (2 NM) [Cat H, 1,9 km (1 NM)] como ayuda durante el viraje a la derrota intermedia. Cuando el ángulo exceda de 90°, debería considerarse la utilización de un procedimiento de inversión, de hipódromo o de navegación a estima (DR) (véase la Parte I, Sección 4, Capítulo 3, Apéndice A, “Aproximación inicial utilizando la navegación a estima (DR)”).

### 6.2.3 Área del tramo de aproximación inicial

El área es tal y como se describe en los criterios generales (véase la Parte I). La única excepción a estos criterios es que el punto de referencia de aproximación intermedia (IF), debe encontrarse dentro de los límites de utilización del GBAS, y normalmente a una distancia que no exceda de 37 km (20 NM) del punto de umbral de aterrizaje (LTP). Cuando se utilice el radar para proporcionar guía de derrota al IF, el área deberá ser acorde con lo dispuesto en la Parte II, Sección 2, Capítulo 6, 6.2, “Tramo de aproximación inicial”.

## 6.3 TRAMO DE APROXIMACIÓN INTERMEDIA

### 6.3.1 Generalidades

- 6.3.1.1 El tramo de aproximación intermedia para GBAS difiere de los criterios generales en que:

- a) la alineación coincide con el rumbo de aproximación final;

- b) la longitud puede reducirse; y
- c) en ciertos casos las áreas secundarias pueden eliminarse.

6.3.1.2 Las áreas primaria y secundaria en el FAP se definen en términos de superficies ILS. Por lo tanto, se aplican los criterios del Capítulo 5 excepto lo indicado para alineación, longitud del área, anchura del área y margen de franqueamiento de obstáculos en 6.3.2 a 6.3.5. En cuanto a los tramos de aproximación intermedia RNAV, se aplican los criterios de los correspondientes capítulos sobre RNAV.

### **6.3.2 Alineación en el tramo de aproximación intermedia**

El tramo de aproximación intermedia de un procedimiento GBAS se alineará con el rumbo de aproximación final.

### **6.3.3 Longitud del tramo de aproximación intermedia**

6.3.3.1 La longitud óptima del tramo de aproximación intermedia es de 9 km (5 NM) [Cat H, 3,7 km (2 NM)]. Este tramo permitirá la interceptación con el rumbo de aproximación final y con la trayectoria de planeo.

6.3.3.2 La longitud del tramo debería ser suficiente para permitir que la aeronave se estabilice y se establezca en el rumbo de aproximación final antes de interceptar la trayectoria de planeo, teniendo en cuenta el ángulo de interceptación con el rumbo de aproximación final.

6.3.3.3 Los valores mínimos de la distancia entre la aproximación final y la interceptación de la trayectoria de planeo se especifican en la Tabla III-3-6-1; no obstante, dichos valores mínimos solamente deberían utilizarse en caso de restricciones sobre el espacio aéreo utilizable. La longitud máxima del tramo está determinada por el requisito de que ha de estar totalmente dentro de los límites de utilización del GBAS y, normalmente, a una distancia que no exceda de 37 km (20 NM) del punto de umbral de aterrizaje (LTP).

### **6.3.4 Anchura del área del tramo de aproximación intermedia**

6.3.4.1 La anchura total en el comienzo del tramo de aproximación intermedia está determinada por la anchura total del tramo de aproximación inicial y se reduce gradualmente hasta coincidir en el FAP con la distancia horizontal entre las superficies X de las OAS [véase 6.4.8.3, “Definición de las superficies de evaluación de obstáculos (OAS)”].

6.3.4.2 A efectos de franqueamiento de obstáculos, el tramo de aproximación intermedia se divide en un área primaria limitada a cada lado por un área secundaria. No obstante, cuando se utiliza una derrota DR en el tramo de aproximación inicial, el área primaria del tramo intermedio se extiende a lo largo de toda la anchura del área y las áreas secundarias no se aplican.

6.3.4.3 El área primaria se determina uniendo el área primaria de aproximación inicial con las superficies de aproximación final (en el FAP). En el punto de enlace con el tramo de aproximación inicial, la anchura de cada área secundaria es igual a la mitad de la anchura del área primaria. La anchura del área secundaria disminuye hasta cero en el punto de enlace con las superficies de aproximación final. Véase la Figura III-3-6-2.

6.3.4.4 Cuando se especifique una maniobra de inversión o de hipódromo antes de interceptar el rumbo de aproximación final, se aplicará lo dispuesto en la Parte I, Sección 4, Capítulo 4, 4.4.4, “Viraje sobre un punto que no es el de la instalación”, siendo la instalación el propio GARP y siendo el FAF sustituido por el FAP. Véase la Figura III-3-6-3.

### **6.3.5 Margen de franqueamiento de obstáculos en el tramo de aproximación intermedia**

El margen de franqueamiento de obstáculos es tal y como se define en la Parte I, Sección 4, Capítulo 4, salvo cuando el procedimiento permita una aproximación directa en la que la aeronave se estabilice en el rumbo de aproximación final antes de cruzar el IF. En este caso no es necesario considerar los obstáculos de las áreas secundarias para fines de franqueamiento de obstáculos.

## **6.4 TRAMO DE PRECISIÓN**

### **6.4.1 Generalidades**

El tramo de precisión para GBAS se alinea con el rumbo de aproximación final y comprende el descenso final para el aterrizaje y las fases inicial e intermedia de aproximación frustrada. Véase la Figura III-3-6-4.

### **6.4.2 Origen**

El tramo de precisión comienza en el punto de aproximación final, que es la intersección de la trayectoria nominal de planeo y la altitud mínima especificada para el tramo precedente. Normalmente, el FAP no debería estar situado a más de 18,5 km (10,0 NM) antes del umbral, a menos que se proporcione una guía adecuada para la trayectoria de planeo más allá del mínimo especificado en el Anexo 10.

### **6.4.3 Verificación de la trayectoria de planeo**

Es necesario un punto de referencia en el FAP para poder comparar la trayectoria de planeo indicada con la información del altímetro de a bordo.

### **6.4.4 Punto de referencia de descenso.**

El punto de referencia de descenso estará situado al comienzo del tramo de aproximación final para convertirse en el punto de aproximación final que enlaza suavemente el MOC del tramo precedente con las superficies de precisión. Normalmente, el punto de referencia de descenso no debería estar situado a más de 18,5 km (10,0 NM) de distancia antes del umbral, a menos que se proporcione una guía adecuada para la trayectoria de planeo más allá del mínimo especificado en el Anexo 10. No es necesario tener en cuenta la tolerancia del punto de referencia de descenso debido a la precisión.

*Nota.— Los textos de orientación para calcular la distancia al punto de referencia de descenso desde el umbral de aterrizaje figura en la Parte II, Sección 1, Capítulo 1, Apéndice C.*

6.4.4.1 Las disposiciones de la Parte I, Sección 2, Capítulo 2, 2.7.4 que permiten no tener en cuenta los obstáculos cercanos al punto de referencia se aplican en el área por debajo de la pendiente del 15% dentro de las superficies de precisión.

### **6.4.5 Aproximación frustrada**

La aproximación frustrada nunca deberá iniciarse por debajo de la intersección de la trayectoria nominal de planeo con la altitud/altura de decisión (DA/H). La DA/H se establece en la OCA/H o por encima de la OCA/H, que se determina como se indica en 6.4.7 a 6.4.9 y en 6.5.

#### 6.4.6 Fin del tramo

El tramo de precisión normalmente termina en el punto en que comienza la fase final de aproximación frustrada (véase la Parte I, Sección 4, Capítulo 6, 6.2.3, “Fase final”) o cuando la superficie de ascenso Z en aproximación frustrada, que comienza a 900 m pasado el umbral, alcanza una altura de 300 m (1 000 ft) por encima del umbral, lo que sea más bajo.

#### 6.4.7 Margen de franqueamiento de obstáculos en el tramo de precisión utilizando superficies ILS básicas para operaciones GBAS

6.4.7.1 *Generalidades.* El área requerida por el tramo de precisión está limitada en su totalidad por las superficies ILS básicas definidas en 6.4.7.2. En condiciones normalizadas, no existen restricciones para objetos por debajo de dichas superficies (véase 6.1.3, “Condiciones normalizadas”). Los objetos, o partes de los mismos, que sobrepasen dichas superficies deben:

- a) ser de mínima masa y frangibles; o
- b) ser considerados para el cálculo de la OCA/H.

6.4.7.2 *Definición de superficies ILS básicas.* Las superficies que deben considerarse corresponden a un subconjunto de las superficies especificadas en el Anexo 14 como superficies limitadoras de obstáculos para aproximaciones de precisión en pistas de número de clave 3 ó 4, y son (véase la Figura III-3-6-5):

- a) la superficie de aproximación que se prolonga hasta el punto de aproximación final (primera sección pendiente del 2%, segunda sección pendiente del 2,5%, como se describe en el Anexo 14);
- b) la franja de pista que se supone horizontal en la elevación del umbral;
- c) la superficie de aproximación frustrada. Esta es una superficie en pendiente que:
  - 1) comienza en un punto a 900 m pasado el umbral (Cat H, puede considerarse un punto de comienzo a 700 m pasado el umbral, si fuera necesario) en la elevación del umbral;
  - 2) asciende con una pendiente del 2,5%; y
  - 3) se ensancha para extenderse entre las superficies de transición. Se extiende con un ensanchamiento constante hasta el nivel de la superficie horizontal interior para, seguidamente, continuar con la misma pendiente pero con un ensanchamiento del 25% hasta la terminación del tramo de precisión; y
- d) las superficies de transición prolongadas, que continúan longitudinalmente a ambos lados de las superficies de aproximación y de aproximación frustrada hasta una altura de 300 m por encima de la elevación del umbral.

#### 6.4.7.3 Determinación de la OCA/H con superficies ILS básicas

6.4.7.3.1 Cuando en las superficies ILS básicas especificadas en 6.4.7.2 no penetren obstáculos, la OCA/H para la Categoría I se define mediante los márgenes especificados en la Tabla III-3-6-3. Podrán excluirse obstáculos que se encuentren por debajo de la superficie de transición definida en el Anexo 14 para pistas con números de clave 3 y 4, a pesar de su clave real (es decir, las superficies correspondientes a las claves 3 y 4 se utilizan para la evaluación de obstáculos en pistas con claves 1 y 2).

6.4.7.3.2 Si en las superficies ILS básicas antes mencionadas penetran por objetos distintos a los incluidos en la Tabla III-3-6-2 la OCA/H podrá calcularse directamente aplicando a los obstáculos los márgenes de pérdida de altura/error de altímetro (véase 6.4.8.8). Los obstáculos de la Tabla III-3-6-2 sólo podrán excluirse si la anchura del rumbo GBAS cumple la condición normalizada de 210 m (véase 6.1.3).

6.4.7.3.3 Un objeto que penetre en cualquier superficie ILS básica y se convierta en el obstáculo determinante, pero que deba mantenerse por su función relacionada con la navegación aérea, podrá ignorarse bajo determinadas circunstancias durante el cálculo de la OCA/H, siempre y cuando la autoridad competente compruebe que la parte del objeto que penetra en la superficie es de masa mínima y frangible y que no afectará negativamente a la seguridad de las operaciones de aeronaves.

#### **6.4.8 Margen de franqueamiento de obstáculos en el tramo de precisión utilizando criterios de superficies de evaluación de obstáculos (OAS) para operaciones GBAS**

##### *6.4.8.1 Generalidades*

6.4.8.1.1 En esta sección se describen las superficies OAS, las constantes que se emplean para definir dichas superficies y las condiciones bajo las cuales se pueden hacer ajustes. Las dimensiones de las OAS están relacionadas con la geometría GBAS (distancia GARP – LTP, ángulo de la trayectoria de planeo), y la categoría de operación. (Para GBAS se aplica sólo la Categoría I). Puede promulgarse una tabla con valores de OCA/H para cada categoría de aeronaves, para operaciones GBAS Cat I en el aeródromo en cuestión.

6.4.8.1.2 Se incluyen textos adicionales para que la autoridad competente pueda evaluar las ventajas reales de aspirar a performances mejoradas y sus condiciones asociadas (véase 6.4.8.7, “Ajuste de las constantes OAS”).

6.4.8.1.3 Obsérvese que las OAS no tienen por objeto remplazar las superficies del Anexo 14 como superficies de planificación ante un aumento sin restricciones de los obstáculos. La densidad de los obstáculos entre las superficies ILS básicas y las OAS ha de tenerse en cuenta (véase 6.4.8.9, “Efecto de la densidad de obstáculos en la OCA/H”).

##### *6.4.8.2 Marco de referencia*

Las posiciones de los obstáculos se refieren a un sistema convencional de coordenadas x, y, z con su origen en el umbral. Véase la Figura III-3-6-9. El eje x es paralelo a la derrota del tramo de precisión, las coordenadas x positivas están medidas antes del umbral de aterrizaje y las x negativas después del umbral de aterrizaje. El eje y es perpendicular al eje x. Aunque la Figura III-3-6-9 muestra una representación convencional, *para todos los cálculos asociados a la geometría de las OAS, las coordenadas y siempre se consideran valores positivos*. El eje z es vertical, siendo positivas las alturas por encima del umbral. Todas las dimensiones relacionadas con las OAS se especifican exclusivamente en metros. Las dimensiones deberían incluir todo ajuste necesario para dar cabida a las tolerancias de los datos del levantamiento topográfico (véase la Parte I, Sección 2, Capítulo 1, 1.8).

##### *6.4.8.3 Definición de las superficies de evaluación de obstáculos (OAS)*

6.4.8.3.1 Las OAS constan de seis superficies planas en pendiente (denominadas mediante las letras W, X, Y, y Z) dispuestas simétricamente alrededor de la derrota del tramo de precisión, junto con el plano horizontal que contiene al umbral (véanse las Figuras III-3-6-7 y III-3-6-8). La geometría de las superficies en pendiente se define con precisión mediante cuatro ecuaciones lineales simples de la forma  $z = Ax + By + C$ . En estas ecuaciones x e y son coordenadas de posición y z es la altura de la superficie en dicha posición (véase la Figura III-3-6-6).

6.4.8.3.2 Para cada superficie se obtiene del soporte lógico de OAS de los PANS-OPS un conjunto de constantes A, B y C correspondiente a la gama operacional de distancias entre el GARP y el umbral y para ángulos de la trayectoria de planeo. Estas constantes pueden modificarse como se indica en 6.4.8.7, “Ajuste de las constantes OAS”.

6.4.8.3.3 Las OAS de Categoría I están limitadas por la longitud del tramo de precisión y, salvo para las superficies W y X, por una altura máxima de 300 m.



6.4.8.3.4 Cuando las superficies delimitadoras de obstáculos en aproximación y en fase de transición para pistas de aproximación de precisión de claves 3 y 4 en el Anexo 14 penetran en las OAS, las superficies de dicho Anexo 14 se convierten en las OAS (es decir, las superficies de claves 3 y 4 se utilizan para la evaluación de obstáculos en pistas de claves 1 y 2). Las superficies internas limitadoras de obstáculos del Anexo 14 en las fases de aproximación, de transición y de aterrizaje interrumpido protegen las operaciones de Categoría III siempre que la OCA/H de la Categoría II no supere la altura/altitud máxima de dichas superficies, que podrá extenderse hasta 60 m en caso necesario (véase la Figura III-3-6-5).

#### 6.4.8.4 Constantes OAS — especificación

Para las operaciones de Categoría I, las constantes A, B y C para cada superficie en pendiente se obtienen del soporte lógico de OAS de los PANS-OPS. El soporte lógico de OAS de los PANS-OPS facilita coeficientes para ángulos de trayectoria de planeo de entre 2,5 y 3,5° en incrementos de 0,1°, para cualquier distancia GARP-LTP entre 2 000 m y 4 500 m. No se permite la extrapolación fuera de estos límites. Si se introduce una distancia GARP-LTP fuera de este margen, el soporte lógico de OAS de los PANS-OPS facilitará los coeficientes para 2 000 m o 4 500 m, según corresponda, que deben utilizarse. Véase en la Figura III-3-6-11 un ejemplo de resultados del soporte lógico de OAS de los PANS-OPS.

#### 6.4.8.5 Cálculo de las alturas de las OAS

Para calcular la altura  $z$  de cualquier superficie en pendiente en un emplazamiento  $x'$ ,  $y'$ , deberán obtenerse en primer lugar del soporte lógico de OAS de los PANS-OPS las constantes apropiadas. Estos valores se sustituyen en la ecuación  $z = Ax' + By' + C$ . Si no está claro qué superficies OAS se encuentran por encima del emplazamiento del obstáculo, la operación debería repetirse para las demás superficies en pendiente. La altura de la OAS es la mayor de las alturas de los planos (cero si las alturas de los planos son negativas).

*Nota.— El soporte lógico de OAS de los PANS-OPS contiene también una calculadora de OCH que indicará la altura de la superficie OAS  $Z$  por encima de cualquier emplazamiento  $X$ ,  $Y$  e incluye todos los ajustes especificados para la geometría ILS, las dimensiones de aeronaves, la pendiente de ascenso en aproximación frustrada y la RDH de GBAS.*

#### 6.4.8.6 Construcción de la plantilla para las OAS

Las plantillas, o vistas en planta de los contornos de las OAS a escala cartográfica, se emplean en ocasiones como ayuda en la identificación de obstáculos para el levantamiento topográfico detallado (véase la Figura III-3-6-10). Los datos de las OAS en el soporte lógico de OAS de los PANS-OPS incluyen las coordenadas de los puntos de intersección de las superficies en pendiente al nivel del umbral y a 300 m sobre el nivel del umbral para Cat I (véase la Figura III-3-6-11). Las coordenadas de la intersección al nivel del umbral se identifican mediante las letras C, D y E.

#### 6.4.8.7 Ajuste de las constantes OAS

6.4.8.7.1 *Generalidades.* En los párrafos que siguen se describen los ajustes que pueden hacerse a las constantes de las OAS. Estos ajustes son obligatorios cuando no se cumplen las condiciones normalizadas (véase 6.1.3, “Condiciones normalizadas”). Cuando así se especifique, pueden efectuarse ajustes opcionales. Se pueden consultar ejemplos de cálculos en el *Manual de construcción de procedimientos de vuelo por instrumentos* (Doc 9368).

6.4.8.7.2 *Razones para el ajuste de las constantes.* Las constantes pueden modificarse a partir del soporte lógico de OAS de los PANS-OPS para considerar:

- a) las dimensiones de una determinada aeronave;

- b) la altura del punto de cruce de referencia (DCP) GBAS;
- c) una anchura del rumbo GBAS superior a 210 m en el umbral; y
- d) la pendiente de ascenso en aproximación frustrada.

6.4.8.7.3 *Dimensiones de determinadas aeronaves.* Efectuar un ajuste es obligatorio cuando las dimensiones de la aeronave excedan de aquellas especificadas en 6.1.3, “Condiciones normalizadas” y es opcional en el caso de aeronaves de dimensiones más reducidas. El soporte lógico de OAS de los PANS-OPS ajusta automáticamente los coeficientes de las OAS y las coordenadas de sus plantillas a las dimensiones normalizadas de las aeronaves de las Categorías A, B, C, D, y D<sub>L</sub>; procederá de la misma forma para las dimensiones específicas de aeronaves de cualquier categoría. La siguiente fórmula correctora la utiliza para ajustar el coeficiente C para las superficies W, W\*, X e Y:

$$\text{Superficie W: } C_{w\text{corr}} = C_w - (t - 6)$$

$$\text{Superficie W*: } C_{w^*\text{corr}} = C_{w^*} - (t - 6)$$

$$\text{Superficie X: } C_{x\text{corr}} = C_x - B_x \times P$$

$$\text{Superficie Y: } C_{y\text{corr}} = C_y - B_y \times P$$

donde:

$P = [t/B_x \text{ o } s + ((t-3)/B_x), \text{ de ambos valores, el que sea máximo}] - [6/B_x \text{ o } 30 + 3/B_x, \text{ de ambos valores, el que sea máximo; y}$

$s$  = semienvvergadura

$t$  = distancia vertical entre las trayectorias de la antena GP y la parte inferior de las ruedas.

6.4.8.7.4 *Altura del punto de cruce de referencia (RDH).* Las constantes se basan en una altura de referencia (RDH) de 15 m. Es obligatorio ajustar las constantes de las OAS para valores de RDH inferiores a 15 m, y es opcional para valores de RDH superiores a 15 m. El soporte lógico de OAS de los PANS-OPS ajusta los coeficientes de las OAS y las coordenadas de sus plantillas corrigiendo los valores tabulados del coeficiente C para las superficies W, W\*, X e Y de la forma siguiente:

$$C_{\text{corr}} = C + (RDH - 15)$$

donde:  $C_{\text{corr}}$  = valor corregido del coeficiente C para la superficie apropiada

$C$  = valor tabulado.

6.4.8.7.5 *Anchura del rumbo GBAS mayor que 210 m en el umbral.* Cuando la anchura del rumbo GBAS en el umbral sea mayor que el valor nominal de 210 m, se utilizará el método del modelo de riesgo de colisión (CRM) descrito en 6.4.9. No deberán efectuarse ajustes para anchuras de sector inferiores a 210 m, y están inhibidos en el soporte lógico de OAS de los PANS-OPS.

6.4.8.7.6 *Pendiente de aproximación frustrada.* Si pueden lograrse pendientes de ascenso en aproximación frustrada mejores que el valor nominal del 2,5%, podrán ajustarse las superficies Y y Z. Esto se realizará seleccionando en el soporte lógico de OAS de los PANS-OPS la pendiente de ascenso en aproximación frustrada deseada. A continuación el programa ajustará las constantes de las superficies Y y Z.

#### 6.4.8.8 Determinación de la OCA/H con OAS

6.4.8.8.1 *Generalidades.* La OCA/H se calcula considerando todos los obstáculos que penetran en las superficies ILS básicas definidas en 6.4.7.2 y las OAS aplicables a la operación GBAS de la Categoría I en cuestión. Las excepciones de 6.4.7.3, “Determinación de la OCA/H con superficies ILS básicas” para obstáculos que penetren en las superficies ILS básicas podrán aplicarse en el caso de obstáculos que penetren en las OAS, siempre que se cumplan los criterios de dicho párrafo. Para operaciones GBAS de Categoría I, se aplican las OAS de operaciones ILS Cat I.

6.4.8.8.2 *Cálculo de valores de la OCA/H con OAS.* Los obstáculos que se deben considerar, como se indica en 6.4.8.8.2.1, “Etapas del cálculo de la OCA/H”, se dividen en obstáculos de aproximación y obstáculos de aproximación frustrada. El método normalizado de clasificación es el siguiente. Los obstáculos de aproximación son aquellos comprendidos entre el FAP y una distancia de 900 m después del umbral (Cat H, 700 m en caso necesario). Los obstáculos de aproximación frustrada son aquellos existentes en el resto del tramo de precisión (véase la Figura III-3-6-12). En algunos casos, no obstante, esta clasificación puede producir una penalización excesiva para ciertos obstáculos de aproximación frustrada (véase el Adjunto a la Parte II, 1.9). Cuando así lo desee la autoridad competente, los obstáculos de aproximación frustrada podrán definirse como aquellos situados por encima de una superficie plana paralela al plano de la trayectoria de planeo y con origen en -900 m (Cat H, -700 m en caso necesario) (véase la Figura III-3-6-13), es decir, una altura de obstáculos superior a  $(900 + x) \tan \theta$ .

##### 6.4.8.8.2.1 Etapas del cálculo de la OCA/H

- Determinése la altura del obstáculo más elevado en la aproximación.
- Conviértanse las alturas de todos los obstáculos en la aproximación frustrada ( $h_{ma}$ ) a alturas de obstáculos de aproximación equivalentes ( $h_a$ ) mediante la fórmula indicada más adelante, y determinése el obstáculo de aproximación equivalente más elevado.
- Determinése cuál de los obstáculos identificados en las etapas a) y b) es el más elevado. Así se obtendrá el obstáculo determinante.
- Añádase el margen asociado a la categoría de aeronaves correspondiente (Tabla III-3-6-3) a la altura del obstáculo determinante más elevado.

$$h_a = \frac{h_{ma} \cot Z + (-x_z + x)}{\cot Z + \cot \theta}$$

donde:  $h_a$  = altura del obstáculo de aproximación equivalente

$h_{ma}$  = altura del obstáculo en la aproximación frustrada

$\theta$  = ángulo de la trayectoria de planeo

$Z$  = ángulo de la superficie de aproximación frustrada

$x$  = distancia del obstáculo respecto al punto de umbral de aterrizaje (negativa después de LTP)

$x_z$  = distancia desde el umbral al origen de la superficie  $Z$  (-900 m, -700 m para Cat H)

6.4.8.8.3 *Ajustes para aeródromos de gran elevación y ángulos de trayectoria de planeo pronunciados*

6.4.8.8.3.1 Los márgenes deberán ajustarse de la forma siguiente:

- a) para aeródromos con elevación superior a 900 m (2 953 ft), las tolerancias deberán incrementarse en un 2% del margen del radioaltímetro por cada 300 m (1 000 ft) de elevación del aeródromo; y
- b) en casos excepcionales de ángulos de trayectoria de planeo de más de 3,2°, las tolerancias se incrementarán en un 5% del margen del radioaltímetro por cada incremento de 0,1° para ángulos de la trayectoria de planeo de entre 3,2° y 3,5°.

6.4.8.8.3.1.1 No están normalizados los procedimientos que implican ángulos de la trayectoria de planeo de más de 3,5° o cualesquiera otros ángulos si la velocidad nominal de descenso ( $V_{at}$  para el tipo de aeronave  $\times$  el seno del ángulo de la trayectoria de planeo) excede de 5 m/s (1 000 ft/min). Se requiere:

- a) aumentar el margen de pérdida de altura (que puede ser específico para cada tipo de aeronave);
- b) ajustar el origen de la superficie de aproximación frustrada;
- c) ajustar la pendiente de la superficie W;
- d) un nuevo levantamiento topográfico de los obstáculos; y
- e) la aplicación de limitaciones operacionales asociadas.

Tales procedimientos normalmente se encuentran limitados a operadores y aeronaves específicamente autorizados, y están asociados a las correspondientes restricciones en cuanto a aeronaves y a tripulaciones. No deben utilizarse como un medio para introducir procedimientos de atenuación del ruido.

6.4.8.8.3.1.2 En la Parte II, Sección 1, Capítulo 1, Apéndice B se indican las modificaciones requeridas en el diseño de procedimientos y las correspondientes consideraciones operacionales y de certificación.

Ejemplo: Aeronaves de Categoría C — Elevación de aeródromo:

1 650 m por encima del MSL; ángulo de la trayectoria de planeo 3,5°

Tolerancias tabuladas: radioaltímetro 22 m

(Tabla III-3-6-3) baroaltímetro 46 m

Corrección por elevación del aeródromo:

$$22 \times 2/100 \times 1\,650/300 = 2,42 \text{ m}$$

Corrección por ángulo de la trayectoria de planeo:

$$22 \times 5/100 \times (3,5 - 3,2)/0,1 = 3,30 \text{ m}$$

Corrección total 5,72 m, redondeada al alza hasta 6 m

Margen de radioaltímetro corregido  $22 + 6 = 28 \text{ m}$

Margen de baroaltímetro corregido  $46 + 6 = 52 \text{ m}$

6.4.8.8.3.2 *Excepciones y ajustes de los valores de la Tabla III-3-6-3.* Los valores de la Tabla III-3-6-3 han sido calculados para considerar aeronaves que utilicen procedimientos manuales normales para aterrizajes demasiado largos a partir de la OCA/H en la trayectoria nominal de aproximación. Los valores no tienen en cuenta el desplazamiento lateral de ningún obstáculo ni la probabilidad de desplazamiento lateral de ninguna aeronave. Si es necesario considerar conjuntamente ambas probabilidades, deberá utilizarse el CRM estudiado en 6.4.9. Los valores de la Tabla III-3-6-3 podrán ajustarse a tipos determinados de aeronaves cuando se disponga de las correspondientes pruebas teóricas y de ensayos en vuelo, es decir, el valor de pérdida de altura correspondiente a una probabilidad de  $1 \times 10^{-5}$  (basada en una velocidad en aproximación frustrada de  $10^{-2}$ ).

6.4.8.8.3.3 *Verificación del radioaltímetro.* Si se promulgan las OCA/H de radioaltímetros, previamente se habrá confirmado mediante verificaciones operacionales la posibilidad de repetir la información del radioaltímetro.

6.4.8.8.3.4 *Márgenes de pérdida de altura (HL)/error de altímetro para una velocidad específica en el umbral.* Si se requiere un margen de pérdida de altura/error de radioaltímetro para un valor específico de  $V_{at}$ , se aplican las siguientes fórmulas (véase también la Tabla III-3-6-4):

*Utilización del radioaltímetro:*

Margen =  $(0,096 V_{at} - 3,2)$  metros con  $V_{at}$  en km/h

Margen =  $(0,177 V_{at} - 3,2)$  metros con  $V_{at}$  en kt

*Utilización del baroaltímetro:*

Margen =  $(0,068 V_{at} + 28,3)$  metros con  $V_{at}$  en km/h

Margen =  $(0,125 V_{at} + 28,3)$  metros con  $V_{at}$  en kt

siendo  $V_{at}$  la velocidad en el umbral basada en 1,3 veces la velocidad de entrada en pérdida, en configuración de aterrizaje a la masa máxima certificada de aterrizaje.

*Nota.— En las ecuaciones se supone que las características aerodinámicas y dinámicas de las aeronaves están directamente relacionadas con la categoría de velocidad de las mismas. Por lo tanto, los márgenes de pérdida de altura/error de altímetro calculados quizá no representen de manera realista las aeronaves pequeñas cuya  $V_{at}$  a la masa máxima de aterrizaje excede de 165 kt.*

6.4.8.8.3.5 *Márgenes de pérdida de altura (HL)/error de altímetro para una velocidad específica en el umbral (Helicópteros).* El concepto de  $V_{at}$  no es aplicable para operaciones de helicópteros. Los márgenes de pérdida de altura se indican en la Tabla III-3-6-3.

6.4.8.9 *Efecto de la densidad de obstáculos en la OCA/H.* Para evaluar el grado de aceptabilidad de la densidad de obstáculos por debajo de las OAS, puede utilizarse el CRM de 6.4.9. Esto puede ser útil al comparar entornos de aeródromos y evaluar los niveles de riesgo asociados con valores de OCA/H dados. Es importante señalar que no se trata de remplazar juicios operacionales.

#### **6.4.9 Margen de franqueamiento de obstáculos en el tramo de precisión — aplicación del modelo de riesgo de colisión (CRM) para operaciones GBAS**

*Nota.— Se encuentra en preparación una aplicación de CRM específica para GBAS.*

6.4.9.1 *Generalidades.* El CRM para ILS es un programa de computadora que establece el riesgo numérico que puede compararse con el nivel de seguridad operacional deseado para aeronaves a una OCA/H determinada. El CRM

para ILS puede utilizarse para operaciones GBAS de Categoría I mientras está en preparación el CRM específico para GBAS. En el *Manual de utilización del modelo de riesgo de colisión (CRM) para operaciones ILS* (Doc 9274) se presentan la descripción del programa CRM para ILS y las instrucciones para su uso, incluyendo el formato preciso de los datos de entrada necesarios y de los resultados obtenidos.

6.4.9.2 *Datos de entrada.* El CRM requiere los siguientes datos de entrada:

- a) *Detalles del aeródromo:* nombre, posición del umbral de la pista y orientación de la pista, elevación del umbral por encima del MSL y detalles del tramo precedente;
- b) *Parámetros GBAS:* Categoría (Cat I solamente), ángulo de la trayectoria de planeo, distancia GARP – LTP, anchura del rumbo GBAS y altura del DCP;
- c) *Parámetros de la aproximación frustrada:* Altitud/altura de decisión (altura de franqueamiento de obstáculos) y punto de viraje en aproximación frustrada;
- d) *Parámetros de la aeronave:* tipo, altura de las ruedas (desde la antena hasta la parte inferior de las ruedas), y semienvergadura, categoría de aeronave (A, B, C, D o D<sub>1</sub>) y pendiente de ascenso en aproximación frustrada; y

*Nota.— En el CRM no se tienen en cuenta las aeronaves de Categoría E.*

- e) *Datos de los obstáculos:* Los límites de los obstáculos (como coordenadas x e y relativas al umbral de la pista, o como coordenadas cartográficas) y la altura de los obstáculos (sea medida respecto a la elevación del umbral, sea por encima del MSL). A fin de evaluar la densidad, deberán incluirse todos los obstáculos que penetren en las superficies ILS básicas descritas en 6.4.7.2.

6.4.9.3 *Datos de salida y aplicación.* El resultado del programa es el riesgo general (total) de colisión con obstáculos para aeronaves que operen a la OCA/H especificada durante la aproximación frustrada. También puede obtenerse otro tipo de información utilizando diversas opciones de salida.

6.4.9.3.1 Por ejemplo, se pueden indicar los riesgos asociados a obstáculos concretos y clasificarlos en términos de distancia al obstáculo o, lo que es más útil, en términos de magnitud del riesgo, para que el usuario pueda saber de un simple vistazo qué obstáculos contribuyen más al riesgo total.

6.4.9.3.2 El usuario, ejecutando de nuevo el CRM con los parámetros adecuados, podrá evaluar el efecto sobre la seguridad operacional de cualquier alteración en los parámetros, variando el ángulo de la trayectoria de planeo o aumentando/reduciendo la OCA/H. El riesgo calculado se compara con un nivel de riesgo aceptable previamente especificado (no peor de  $1 \times 10^{-7}$  para cada aproximación) que cumpla el objetivo de seguridad operacional general.

6.4.9.4 *Determinación de la OCA/H.* La determinación de la OCA/H es un proceso en que el CRM se ejecuta sucesivamente con valores cambiantes de la OCA/H hasta que el riesgo calculado alcance el nivel de seguridad operacional deseado (por ejemplo, mejor que  $1 \times 10^{-7}$  para cada aproximación).

## 6.5 APROXIMACIÓN FRUSTRADA DESPUÉS DEL TRAMO DE PRECISIÓN (APROXIMACIÓN FRUSTRADA FINAL)

### 6.5.1 Generalidades

Los criterios para la aproximación frustrada final están basados en los criterios generales (véase el Capítulo 7). Se han efectuado ciertas modificaciones para dar cabida a las diferentes áreas y superficies asociadas con el tramo de precisión GBAS y la posible variación de la OCA/H para ese tramo en función de la categoría de aeronaves.

6.5.1.1 El dato utilizado para el cálculo de distancias y pendientes en el cálculo del margen de franqueamiento de obstáculos se denomina “comienzo del ascenso” (SOC). El SOC se define mediante la altura y distancia a la que el plano GP’ [un plano paralelo a la trayectoria de planeo y con origen en –900 m (Cat H, –700 m) al nivel del umbral] alcanza una altitud OCA/H – HL. La construcción del área se realiza de acuerdo con el sistema de navegación especificado para la aproximación frustrada (donde la OCA/H y la HL se refieren ambas a la misma categoría de aeronaves).

6.5.1.2 Si los obstáculos identificados en el tramo de aproximación frustrada final resultan en un aumento de alguno de los valores de la OCA/H calculados para el tramo de precisión, puede especificarse una pendiente adicional aún más pronunciada para la superficie de aproximación frustrada (Z) a fin de reducir la OCA/H (véase la Parte I, Sección 4, Capítulo 6, 6.2.2.2, “Pendiente de ascenso en la fase intermedia”).

## 6.5.2 Aproximación frustrada en línea recta

6.5.2.1 *Generalidades.* El tramo de precisión finaliza donde la superficie Z alcanza una altura de 300 m por encima del umbral LTP. La anchura de la superficie Z a esa distancia define la anchura inicial del área de aproximación frustrada final, que se desarrolla como se indica en la Figura III-3-6-14. No existen áreas secundarias.

6.5.2.2 *Margen de franqueamiento de obstáculos para aproximación frustrada en línea recta.* (Véase la Figura III-3-6-15). La elevación/altura de obstáculos en esta área de aproximación frustrada final deberá ser menor que

$$(OCA/H_{ps} - HL) + d_o \tan Z$$

donde: la OCA/H para el tramo de precisión ( $OCA/H_{ps}$ ) y la HL (Tabla III-3-6-3) se refieren ambas a la misma categoría de aeronaves;

$d_o$  se mide desde el SOC paralelo a la derrota de aproximación frustrada en línea recta; y

Z es el ángulo que forman la superficie de aproximación frustrada y el plano horizontal.

Si este requisito no puede cumplirse, se prescribirá un viraje para evitar el obstáculo en cuestión. Si no fuera posible realizar el viraje, se aumentará el valor de la OCA/H.

## 6.5.3 Aproximación frustrada con viraje

6.5.3.1 *Generalidades.* Los virajes pueden prescribirse en un TP designado, a una altitud/altura designada o “tan pronto como sea posible”. Los criterios utilizados dependen del lugar del viraje respecto al fin normal del tramo de precisión y son los siguientes:

- a) *viraje después del fin normal del tramo de precisión.* Si se prescribe un viraje después del fin normal del tramo de precisión, se aplican los criterios de la Parte I, Sección 4, Capítulo 6, 6.4.5, “Viraje iniciado a una altitud/altura designada” con las siguientes excepciones:
  - 1) se reemplaza el valor de la OCA/H por el valor de (OCA/H – HL) como en 6.5.2.2, “Franqueamiento de obstáculos”; y
  - 2) como el SOC se refiere a la OCA/H, no es posible obtener un margen de franqueamiento de obstáculos por los medios utilizados en las aproximaciones que no son de precisión mediante un ajuste independiente de la OCA/H o el MAPt; y
- b) *viraje antes del fin normal del tramo de precisión.* Si se prescribe un viraje a una altitud/altura designada inferior a 300 m por encima del umbral o en un TP designado tal que el TP anterior está dentro de la distancia del fin normal, se aplicarán los criterios de 6.5.3.2 y 6.5.3.3 que se detallan más adelante.

*Nota.*— Los ajustes realizados en cuanto al emplazamiento del TP designado, o en la altitud de viraje designada, pueden implicar un nuevo trazado de las áreas asociadas, así como nuevos cálculos de los márgenes de franqueamiento de obstáculos. Esto podría suponer la exclusión de algunos obstáculos o la introducción de otros nuevos. Por lo tanto, para obtener el valor mínimo de la OCA/H puede ser necesario ajustar el TP designado o la altitud de viraje utilizando el método “por experimentación”. (Véase la Parte II, Sección 1, Capítulo 1, Apéndice A).

#### 6.5.3.2 Viraje a una altitud/altura designada inferior a 300 m por encima del umbral

6.5.3.2.1 Se aplican los criterios generales (véase la Parte I, Sección 4, Capítulo 6, 6.4.5, “Viraje iniciado a una altitud/altura designada”) ampliados o modificados por los contenidos en esta sección. La construcción del área de inicio del viraje y el subsiguiente viraje se ilustran en la Figura III-3-6-16.

6.5.3.2.2 *Altitud/altura de viraje.* El tramo de precisión finaliza en el TP. Esto permite el cálculo de la OCA/H<sub>ps</sub> y de (OCA/H<sub>ps</sub> – HL). Seguidamente se calcula el SOC, y la altitud/altura de viraje (TNA/H) se obtiene a partir de la siguiente relación:

$$TNA/H = OCA/H_{ps} - HL + d_z \tan Z$$

donde:  $d_z$  = distancia horizontal desde el SOC al TP

$OCA/H_{ps}$  = OCA/H calculada para el tramo de precisión

Si el TP está situado en el SOC, en la carta se anotará “virar lo antes posible a ... (rumbo o instalación)” y se incluirá información suficiente para identificar la posición y altura de los obstáculos que dictan el requisito de viraje.

#### 6.5.3.2.3 Áreas

6.5.3.2.3.1 *Área de inicio del viraje.* (Véase la Figura III-3-6-16). El área de inicio del viraje está limitada por el contorno a 300 m de la superficie Y de Categoría I y termina a la distancia del TP.

*Nota.*— Se considera que el TP anterior está situado al comienzo del contorno a 300 m de la superficie Y de Categoría I (punto D”) salvo que se especifique un punto de referencia para limitar los virajes prematuros (véase 6.5.3.2.6, “Protección de los virajes prematuros”).

6.5.3.2.3.2 *Área de viraje.* El área de viraje se construye como se especifica en los criterios generales (véase la Parte I, Sección 4, Capítulo 6, 6.4.3, “Parámetros de viraje”).

#### 6.5.3.2.4 Margen de franqueamiento de obstáculos

a) *Margen de franqueamiento de obstáculos en el área de inicio del viraje.* La elevación/altura de los obstáculos en el área de inicio del viraje será inferior a:

- 1) la altitud/altura de viraje –50 m (164 ft) [Cat H, 40 m (132 ft)] para virajes de más de 15°; y
- 2) la altitud/altura de viraje –30 m (98 ft) para virajes de 15° o menos, salvo que no sea necesario considerar los obstáculos situados por debajo de la superficie Y en el lado exterior del viraje al calcular la altitud/altura de viraje.

b) *Margen de franqueamiento de obstáculos en el área de viraje.* La elevación/altura de obstáculos en el área de viraje y más allá será menor que:

$$\text{altitud/altura de viraje} + d_o \tan Z - MOC$$



donde  $d_o$  se mide desde el obstáculo hasta el punto más próximo en el límite del área de inicio del viraje y el MOC es de:

- 1) 50 m (164 ft) [Cat H, 40 m (132 ft)] para virajes de más de 15°; y
- 2) 30 m (98 ft) para virajes de 15° o menos,

reduciéndose linealmente a cero en el borde exterior de las áreas secundarias, si las hubiera.

6.5.3.2.5 *Ajustes de la altitud/altura de viraje.* Si no pueden cumplirse los criterios especificados previamente en 6.5.3.2.3 a) y b), se ajustará la altitud/altura de viraje. Esto puede hacerse de dos maneras:

- a) *ajustando la altitud/altura de viraje sin modificar la OCA/H:* esto significa que el TP se desplazará y que volverán a trazarse las áreas en consecuencia; y
- b) *elevando la altitud/altura de viraje aumentando la OCA/H:* esto tiene como resultado una mayor altitud de viraje sobre el mismo TP. Las áreas de viraje permanecen inalteradas.

6.5.3.2.6 *Protección de los virajes prematuros.* Cuando el procedimiento publicado no especifique un punto de referencia para limitar los virajes de aeronaves que efectúen una aproximación frustrada por encima de la altitud/altura de viraje designada, se efectuará una verificación adicional de los obstáculos (véase la Parte I, Sección 4, Capítulo 6, 6.4.5.6, “Protección de los virajes prematuros”).

#### 6.5.3.3 *Viraje en un TP designado con el TP anterior antes del fin normal del tramo de precisión*

6.5.3.3.1 Cuando se especifica un viraje en un TP designado, y el TP anterior se encuentra antes de la distancia del fin normal del tramo de precisión, dicho tramo de precisión termina en el TP anterior. Esto permite calcular el valor de  $OCA/H_{ps}$  y  $(OCA/H_{ps} - HL)$ ; seguidamente se calcula el SOC.

6.5.3.3.2 Cuando el procedimiento requiere que el viraje se efectúe en un TP designado, debe publicarse con el procedimiento la siguiente información:

- a) el TP, cuando se designe mediante un punto de referencia; o
- b) el radial VOR, la marcación NDB, o la distancia DME de intersección cuando no se disponga de guía de derrota (véase la Parte I, Sección 2, Capítulo 2, 2.6.4, “Punto de referencia de aproximación frustrada”).

6.5.3.3.3 *Área de viraje.* El área de viraje se construye como se especifica en la Parte I, Sección 4, Capítulo 6, 6.4.6.3, con la excepción de que se basa en la anchura del contorno de la superficie Y de la OAS a 300 m en los TP anterior y posterior (véase la Figura III-3-6-17).

6.5.3.3.4 *Franqueamiento de obstáculos.* La elevación/altura de los obstáculos será inferior a:

$$(OCA/H_{ps} - HL) + d_o \tan Z - MOC$$

donde:  $d_o = d_z +$  distancia más corta entre el obstáculo y la línea K-K,

$d_z =$  distancia horizontal entre el SOC y el TP anterior,

y el MOC es:

50 m (164 ft) [Cat H, 40 m (132 ft)] para virajes de más de 15° y  
30 m (98 ft) para virajes de 15° o menos.

Si la elevación/altura de los obstáculos excede de este valor, debe aumentarse la OCA/H, o debe trasladarse el TP hasta obtener el margen de franqueamiento requerido (véase la Parte II, Sección 1, Capítulo 1, Apéndice A).

## **6.6 APROXIMACIONES DE PRECISIÓN ILS Y/O MLS SIMULTÁNEAS A PISTAS DE VUELO POR INSTRUMENTOS PARALELAS O CASI PARALELAS**

*Nota.— Los textos de orientación se incluyen en el Manual sobre operaciones simultáneas en pistas de vuelo por instrumentos paralelas o casi paralelas (Doc 9643).*

### **6.6.1 Generalidades**

Cuando se prevea utilizar procedimientos de aproximación de precisión a pistas paralelas simultáneamente, en el diseño de ambos procedimientos se aplicarán los siguientes criterios adicionales:

- a) el ángulo máximo de interceptación con el rumbo de aproximación final es de 30°. El punto de interceptación con el rumbo de aproximación final debería estar situado al menos 3,7 km (2,0 NM) antes del punto de interceptación con la trayectoria de planeo;
- b) las altitudes mínimas de los tramos intermedios en ambos procedimientos difieren en al menos 300 m (1 000 ft); y
- c) las derrotas nominales de los dos procedimientos de aproximación frustrada divergen en al menos 30°, especificándose los virajes asociados a la aproximación frustrada como “tan pronto como sea posible” lo que puede implicar la construcción de (un) procedimiento(s) de aproximación frustrada.

Un GBAS único tiene capacidad para servir a ambas pistas; no obstante, deberá realizarse un estudio de seguridad operacional por separado siempre que se desee utilizar el GBAS para ambas pistas.

### **6.6.2 Franqueamiento de obstáculos**

Los criterios de franqueamiento de obstáculos para aproximaciones de precisión, tal y como se indica en los correspondientes capítulos, se aplican para cada procedimiento paralelo de precisión. Además de estos criterios, se efectuará una comprobación de todos los obstáculos existentes en el área correspondiente al lado opuesto de la otra pista paralela, a fin de proteger los virajes prematuros necesarios para evitar la posibilidad de una intrusión de aeronaves desde la pista adyacente. Esta comprobación podrá efectuarse utilizando un conjunto de superficies de evaluación de obstáculos para aproximaciones paralelas (PAOAS) definidas por separado. En la Parte II, Sección 1, Capítulo 1, Apéndice D, figura un ejemplo de método para evaluar obstáculos para estos procedimientos.

## **6.7 GBAS DE CAT I CON ALINEACIÓN DE LA DERROTA DE APROXIMACIÓN FINAL DE AZIMUT DESPLAZADA**

### **6.7.1 Utilización del GBAS de Cat I con alineación de la derrota de aproximación final de azimut desplazada**

La derrota de aproximación final intersectará la prolongación del eje de la pista:

- a) formando un ángulo que no exceda de 5°; y

- b) en un punto en que la trayectoria nominal de planeo alcance una altura, denominada altura de interceptación, de al menos 55 m (180 ft) por encima de la elevación del umbral. En el procedimiento deberá anotarse: “derrota de aproximación final desplazada en ... grados” (décimas de grado).

La disposición general se indica en la Figura III-3-6-18.

### 6.7.2 Criterios de franqueamiento de obstáculos

Se aplica lo dispuesto en 6.1 a 6.6, con las excepciones siguientes:

- a) todas las superficies de franqueamiento de obstáculos y los cálculos se basan en una pista ficticia alineada con la derrota de aproximación final. Esta pista ficticia tiene la misma longitud y la misma elevación del umbral de aterrizaje que la pista real. El FTP es análogo al LTP de los procedimientos alineados. La anchura del rumbo GBAS en el FTP es la misma que en el LTP. El DCP está situado 15 m (50 ft) por encima del FTP; y
- b) el valor de la OCA/H para este procedimiento será de al menos: la altitud/altura de interceptación + 20 m (66 ft).

## 6.8 PROMULGACIÓN

### 6.8.1 Generalidades

Se aplican los criterios generales de la Parte I, Sección 4, Capítulo 9, 9.5. La carta de aproximación por instrumentos para un procedimiento de aproximación GBAS se identificará mediante el título GLS Rwy XX. Cuando se publique más de una aproximación GBAS para la misma pista, se aplicará la regla convencional de título de procedimiento duplicado, identificando la aproximación que tenga los valores mínimos más bajos como GLS Z Rwy XX.

### 6.8.2 Promulgación de los valores de la OCA/H

*Promulgación de la OCA/H para procedimientos de aproximación GBAS de Cat I.* Los valores de OCA o de OCH, según corresponda, se promulgarán para aquellas categorías de aeronaves para las que el procedimiento haya sido diseñado. Los valores se basarán en las siguientes condiciones normalizadas:

- a) se realiza el vuelo de Cat I con baroaltímetro;
- b) las dimensiones de la aeronave son normalizadas (véase 6.1.3); y
- c) la pendiente de ascenso en aproximación frustrada es del 2,5%.

La autoridad competente podrá acordar con los explotadores, y promulgar, valores adicionales de la OCA/H en base a pruebas que respalden las modificaciones previstas en 6.4.8.7.

### 6.8.3 Casilla de mínimos

Puede promulgarse una tabla de valores de OCA/H para cada categoría de aeronaves, para las operaciones de Cat I en el aeródromo en cuestión.

### 6.8.4 Procedimientos que implican ángulos de trayectoria de planeo no normalizados

Los procedimientos que implican ángulos de trayectoria de planeo de más de 3,5°, o cualesquiera otros ángulos cuando la velocidad vertical nominal de descenso excede de 5 m/s (1 000 ft/min), se consideran como no normalizados y están sujetos a restricciones (véase 6.4.8.8.3.1). Normalmente estos procedimientos están restringidos a aeronaves y explotadores específicamente autorizados, y se promulgan con las debidas restricciones, tanto para aeronaves como para tripulaciones, anotadas en la carta de aproximación.

### 6.8.5 Pendiente adicional para el tramo final de aproximación frustrada

Si los obstáculos identificados en el tramo de aproximación frustrada final implican un aumento de alguna de las OCA/H calculadas para el tramo de precisión, también puede especificarse una pendiente adicional más pronunciada como pendiente de la superficie de aproximación frustrada (Z) a fin de reducir el valor de la OCA/H (véase la Parte I, Sección 4, Capítulo 6, 6.2.2.2, “Pendiente de ascenso en la fase intermedia”).

### 6.8.6 Virajes

6.8.6.1 *Viraje a una altitud/altura designada.* Si el punto de viraje está situado en el SOC, en la carta se anotará “virar lo antes posible a ... (rumbo o instalación)” y se incluirá información suficiente para identificar la posición y altura de los obstáculos que imponen el requisito de viraje.

6.8.6.2 *Viraje en un TP designado.* Cuando el procedimiento requiere que el viraje se ejecute en un TP designado, debe publicarse con el procedimiento la siguiente información:

- a) el TP, cuando esté designado por un punto de referencia; o
- b) el radial VOR, la marcación NDB, o la distancia DME de intersección cuando no se disponga de guía de derrota (véase la Parte I, Sección 2, Capítulo 2, 2.6.4, “Puntos de referencia en aproximación frustrada”).

**Tabla III-3-6-1. Distancia mínima entre las interceptaciones con la aproximación final y con la trayectoria de planeo**

<i>Ángulo de intercepción con la aproximación final (grados)</i>	<i>Cat A/B/H</i>	<i>Cat C/D/D<sub>I</sub>/E</i>
0 — 15	2,8 km (1,5 NM)	2,8 km (1,5 NM)
16 — 30	3,7 km (2,0 NM)	3,7 km (2,0 NM)
31 — 60	3,7 km (2,0 NM)	4,6 km (2,5 NM)
61 — 90	3,7 km (2,0 NM)	5,6 km (3,0 NM)
o dentro de un procedimiento de hipódromo o de inversión		

**Tabla III-3-6-2. Objetos que pueden no tenerse en cuenta en el cálculo de la OCA/H**

	<i>Altura máxima por encima del umbral de aterrizaje</i>	<i>Distancia lateral mínima desde el eje de la pista</i>
Antena del sistema de aterrizaje	17 m (55 ft)	120 m
Aeronave en rodaje	22 m (72 ft)	150 m
Aeronave en apartadero de espera, o en punto de espera en rodaje a una distancia entre el umbral y 250 m (Cat I solamente)	15 m (50 ft)	75 m

**Tabla III-3-6-3. Margen de pérdida de altura/error de altímetro**

<i>Margen utilizando radioaltímetro</i>			<i>Margen utilizando baroaltímetro</i>	
Categoría de aeronaves ( $V_{at}$ )	Metros	Pies	Metros	Pies
A - 169 km/h (90 kt)	13	42	40	130
B - 223 km/h (120 kt)	18	59	43	142
C - 260 km/h (140 kt)	22	71	46	150
D/D <sub>L</sub> - 306 km/h (165 kt)	26	85	49	161
H - 167 km/h (90 kt)	8	25	35	115

*Nota 1.— La velocidad para Cat H es la velocidad máxima en aproximación final, no  $V_{at}$ .*

*Nota 2.— Para aeronaves de Cat E, consultar directamente las ecuaciones de 6.4.8.8.3.4.*

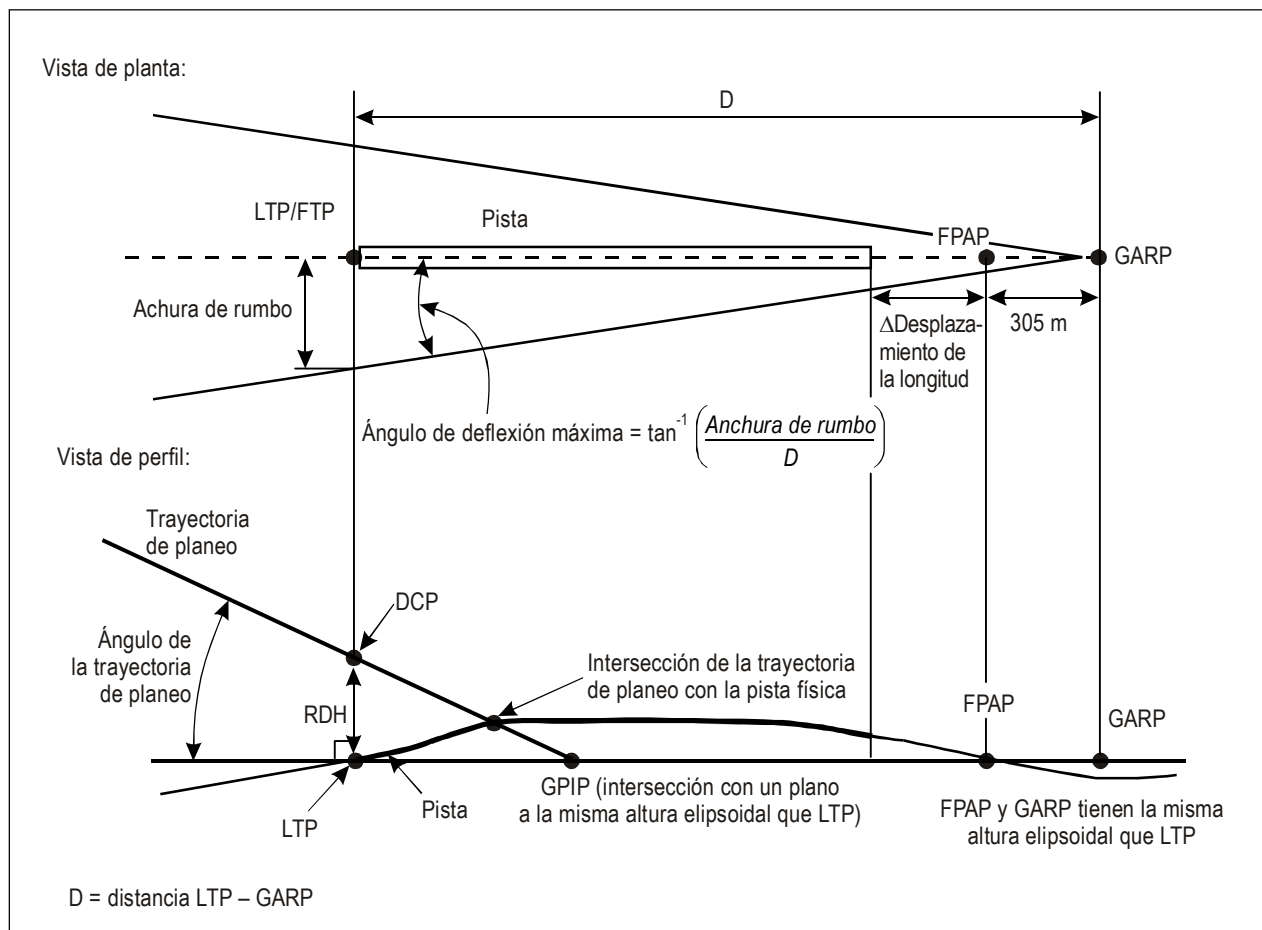


Figura III-3-6-1. Ilustración de las definiciones

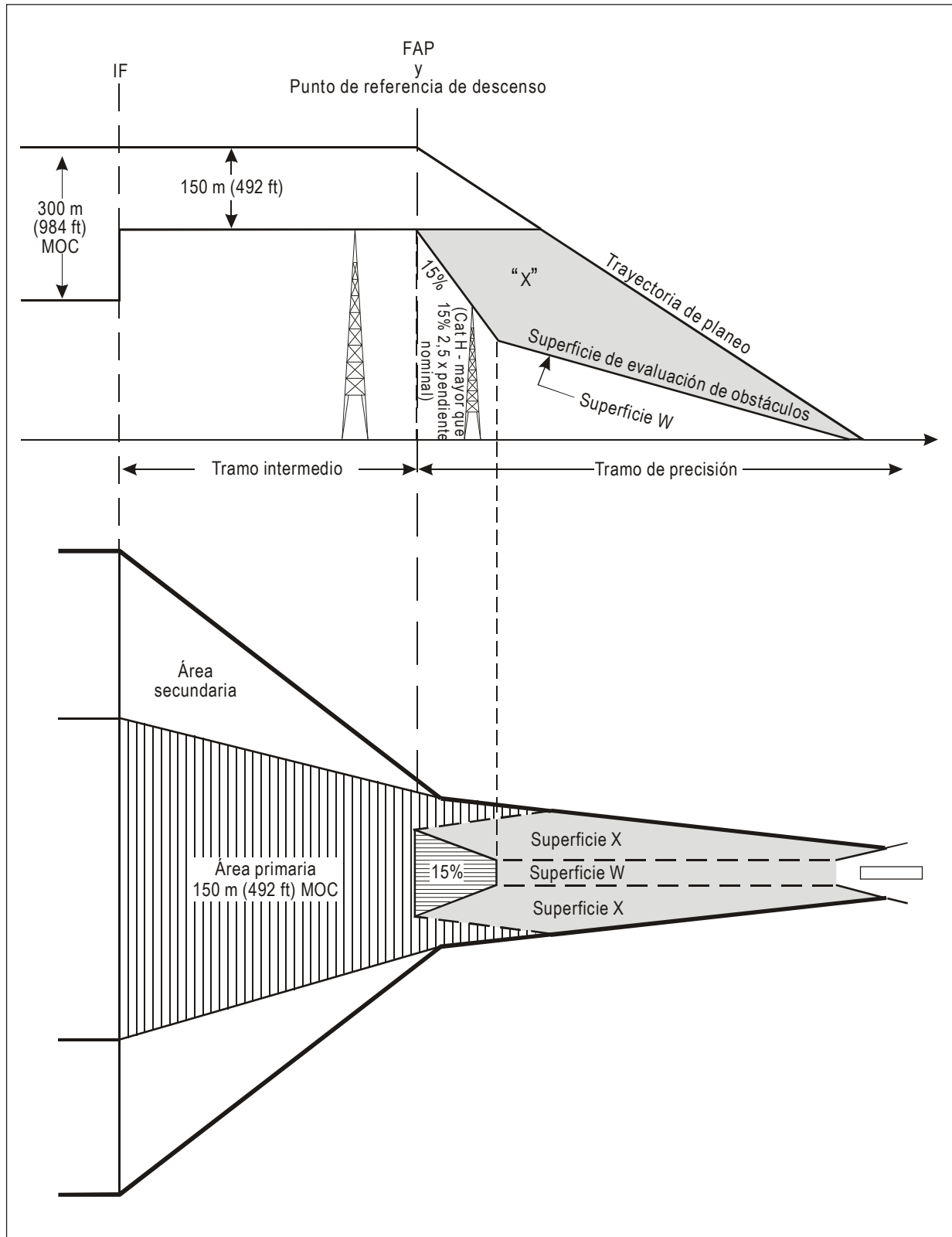
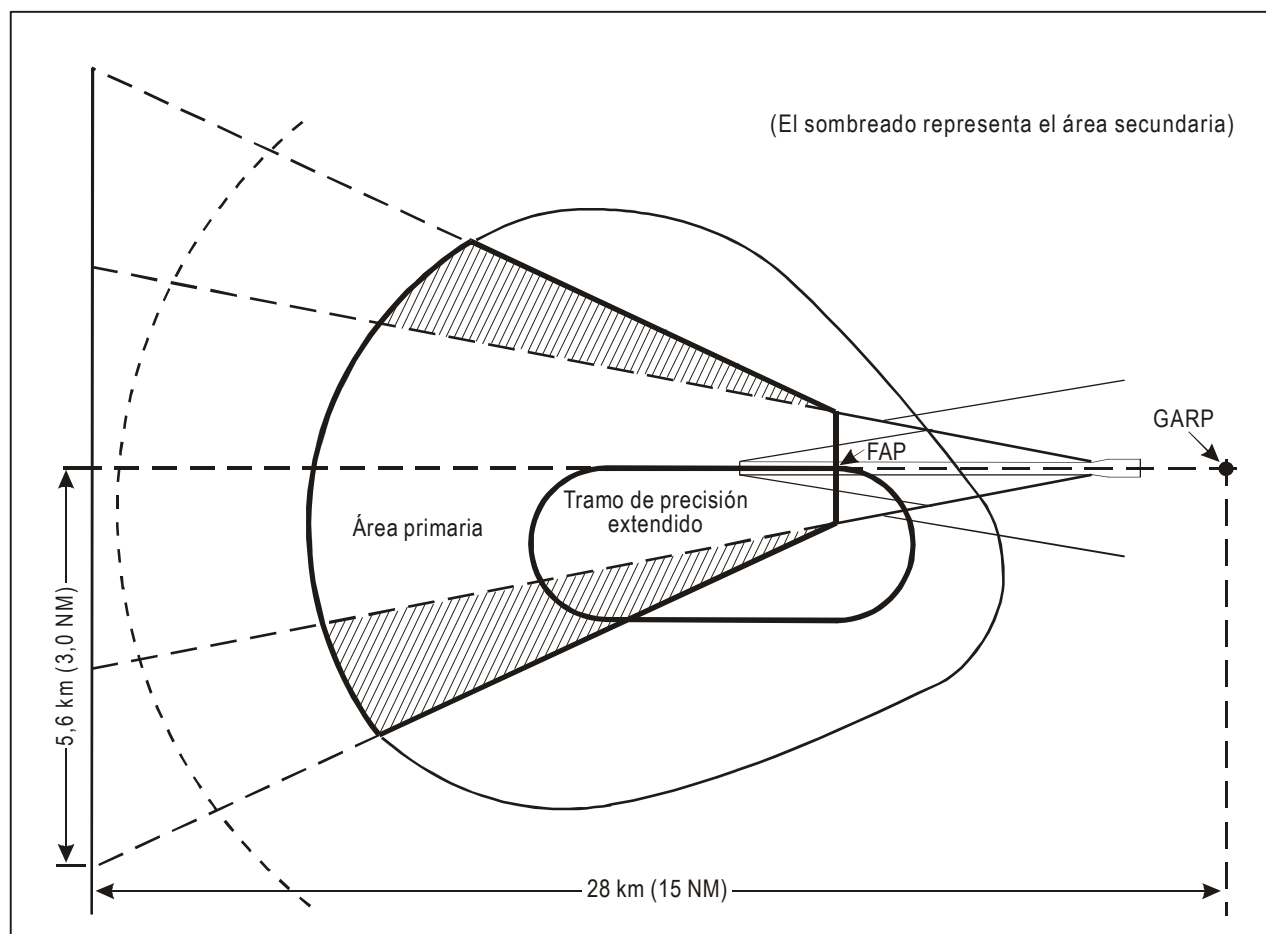
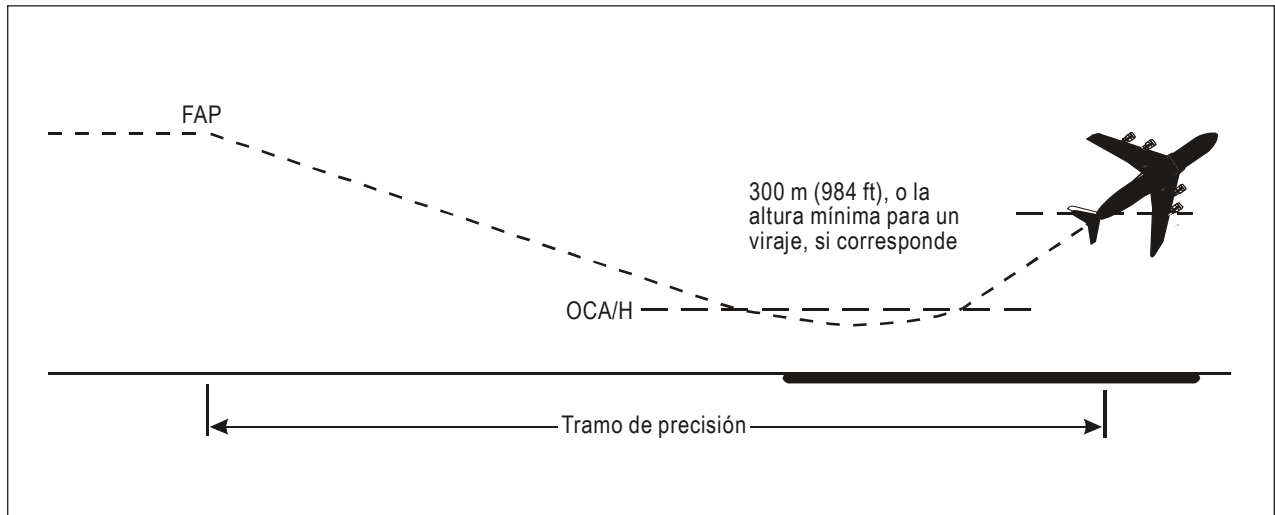


Figura III-3-6-2. Punto de aproximación final definido por el punto de referencia de descenso

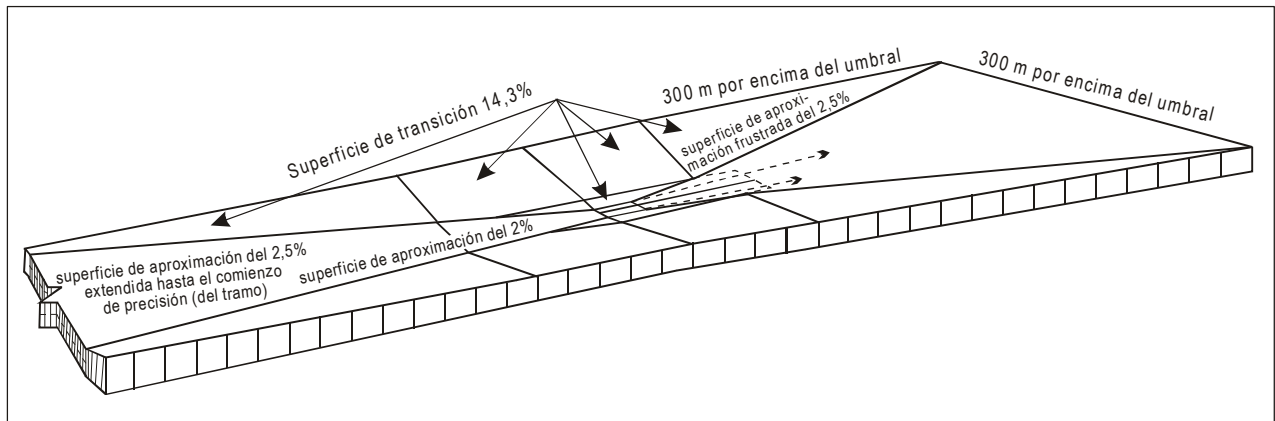


**Figura III-3-6-3. Área de aproximación intermedia. Aproximación GBAS utilizando un procedimiento de inversión o de hipódromo**





**Figura III-3-6-4. Tramo de precisión**



**Figura III-3-6-5. Ilustración de las superficies ILS básicas descritas en la Parte III, Sección 3, Capítulo 6, 6.4.7.2**

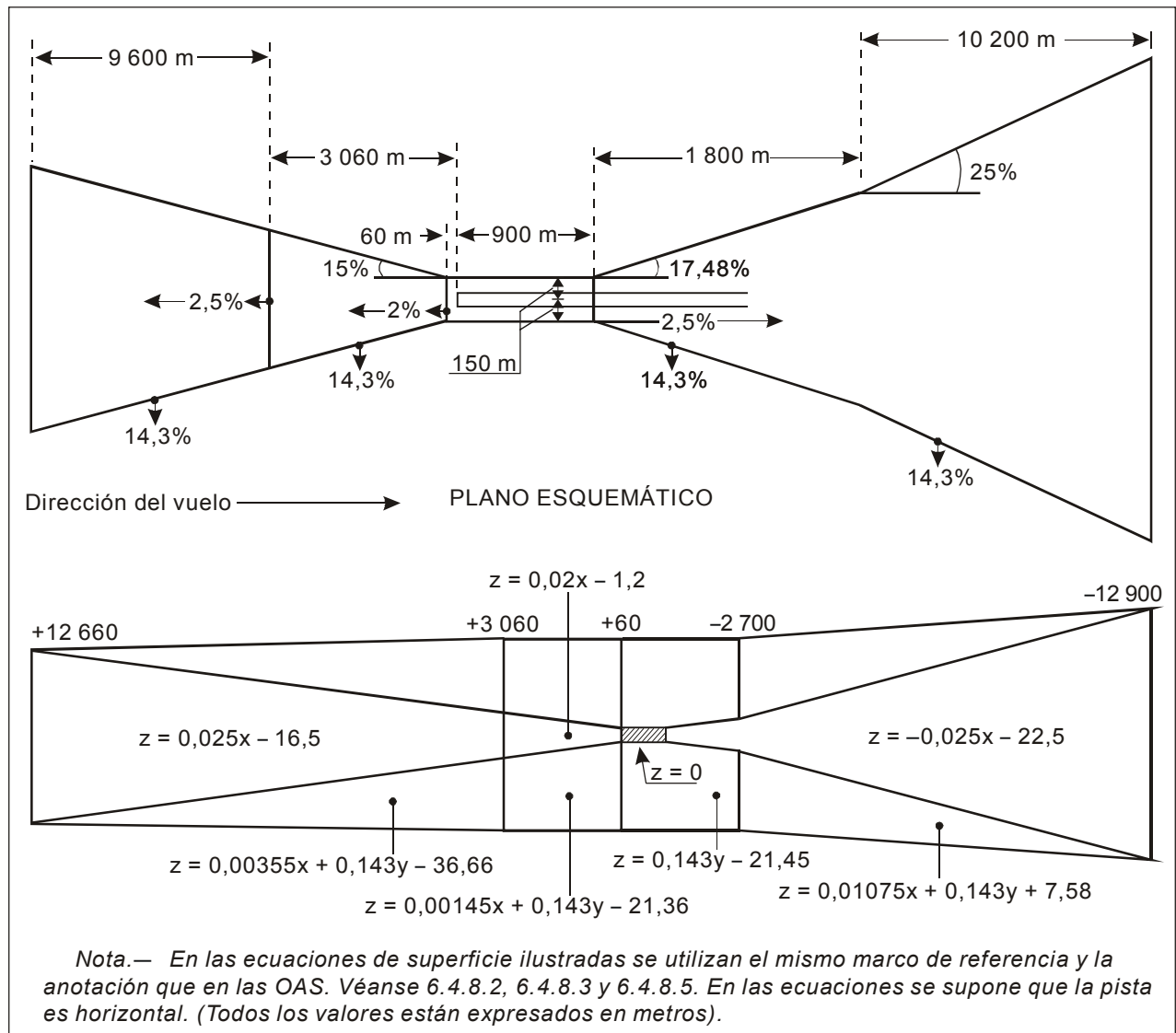
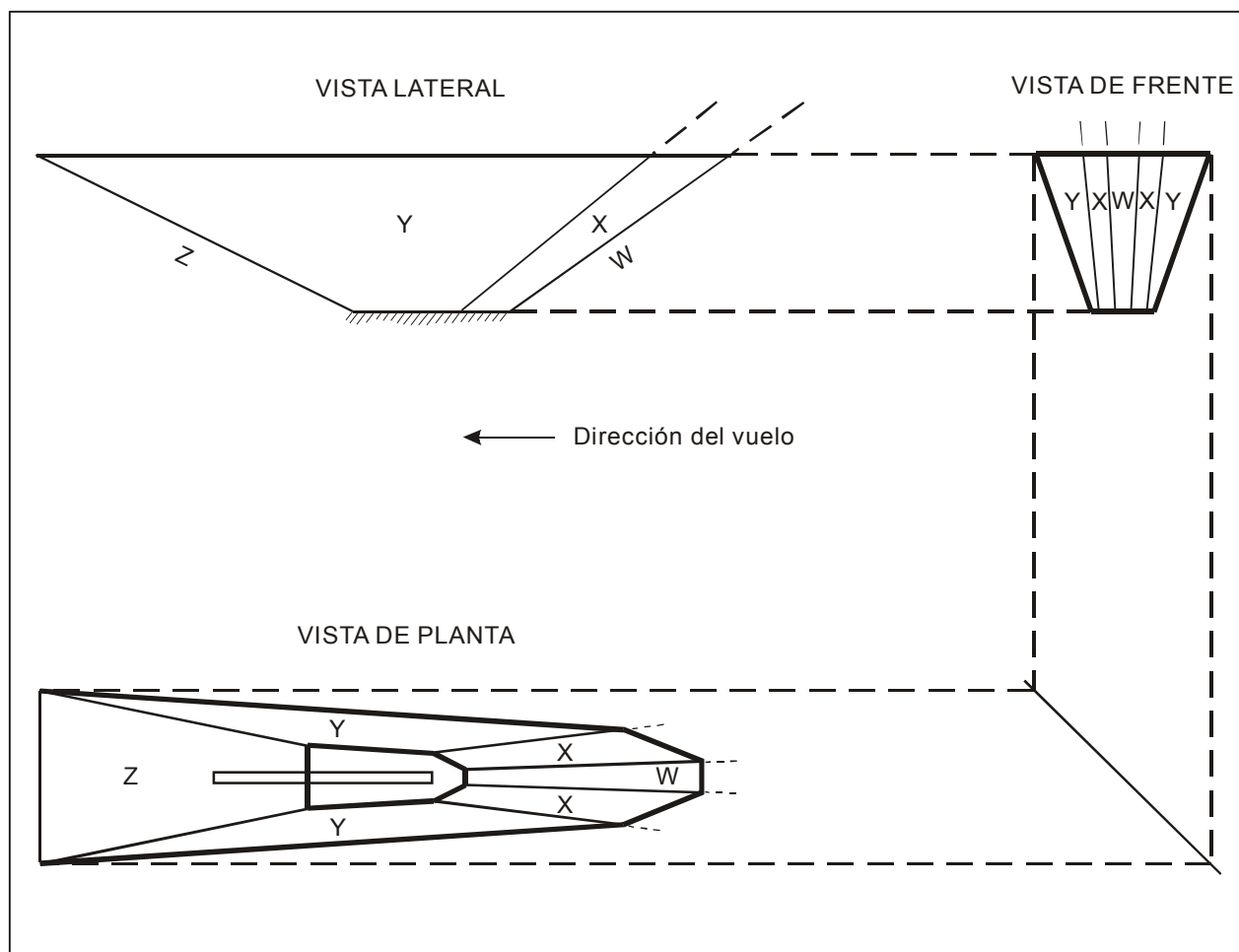
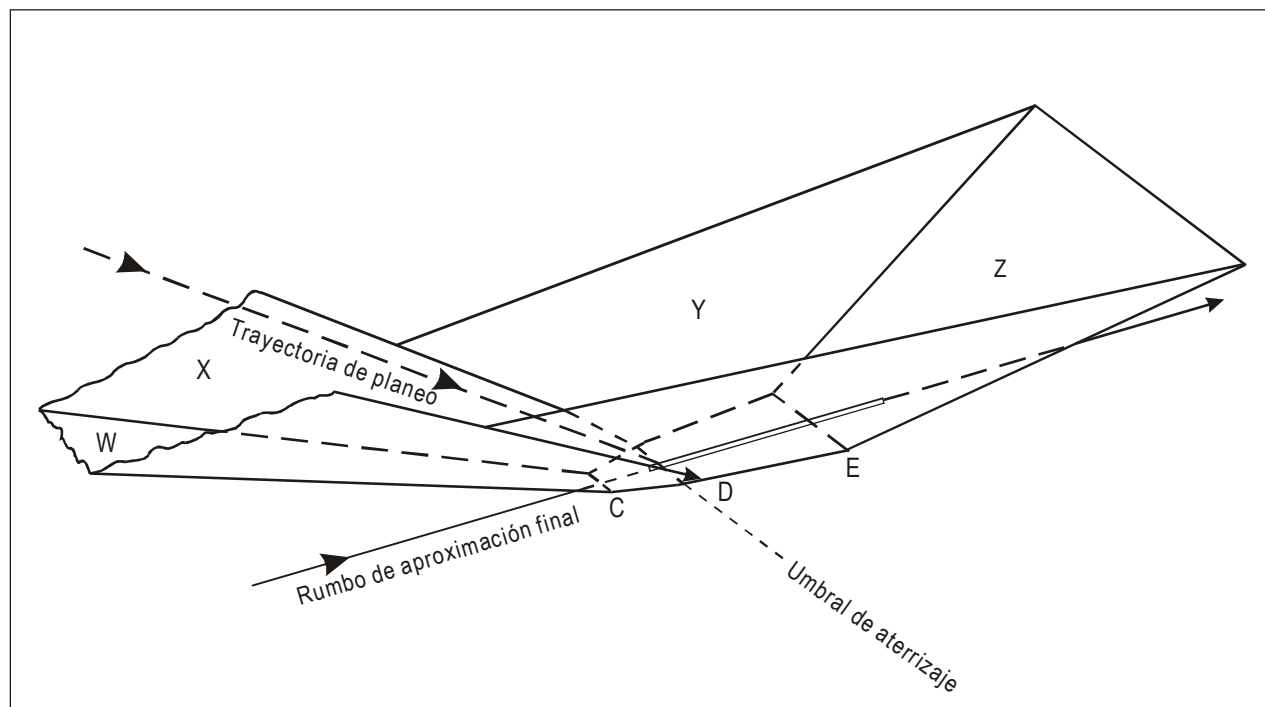


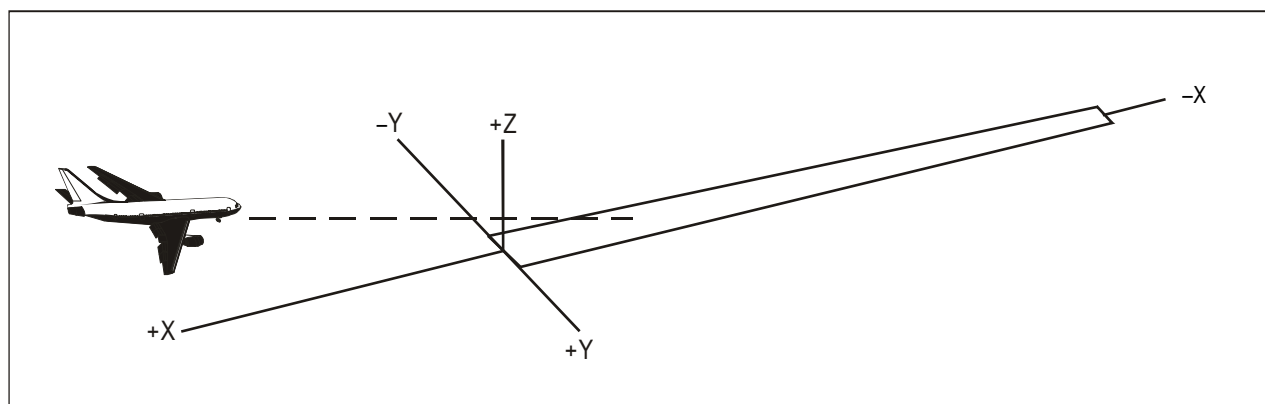
Figura III-3-6-6. Ecuaciones de superficie — superficies ILS básicas



**Figura III-3-6-7. Ilustración de las superficies de evaluación de obstáculos ILS para operaciones GBAS**

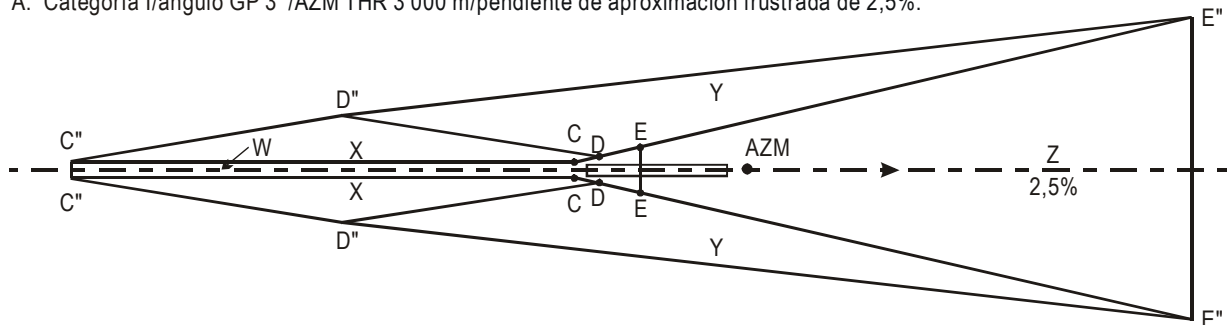


**Figura III-3-6-8. Ilustración de las superficies de evaluación de obstáculos ILS para operaciones GBAS — vista en perspectiva**



**Figura III-3-6-9. Sistema de coordenadas**

A. Categoría I/ángulo GP 3°/AZM THR 3 000 m/pendiente de aproximación frustrada de 2,5%.



Ecuaciones de las superficies de evaluación de obstáculos:

$$W | z = 0,0285x - 8,01$$

$$X | z = 0,027681x + 0,1825y - 16,72$$

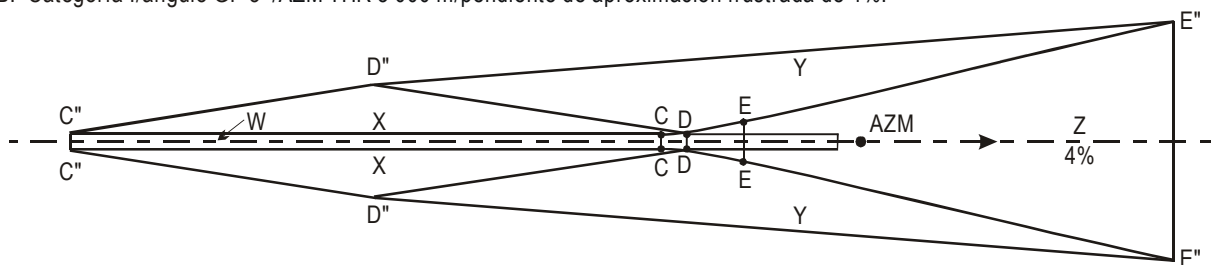
$$Y | z = 0,023948x + 0,210054y - 21,51$$

$$Z | z = -0,025x - 22,50$$

Coordenadas de los puntos C, D, E, C'', D'', E'' (m):

	C	D	E	C''	D''	E''
x	281	-286	-900	10 807	5 438	-12 900
y	49	135	205	96	910	3 001
z	0	0	0	300	300	300

B. Categoría I/ángulo GP 3°/AZM THR 3 000 m/pendiente de aproximación frustrada de 4%.



Ecuaciones de las superficies de evaluación de obstáculos:

$$W | z = 0,0285x - 8,01$$

$$X | z = 0,027681x + 0,1825y - 16,72$$

$$Y | z = 0,020158x + 0,238021y - 26,37$$

$$Z | z = -0,04x - 36,00$$

Coordenadas de los puntos C, D, E, C'', D'', E'' (m):

	C	D	E	C''	D''	E''
x	281	-286	-900	10 807	5 438	-8 400
y	49	135	187	96	910	2 082
z	0	0	0	300	300	300

Figura III-3-6-10. Contornos de las OAS típicas para aeronaves de dimensiones normalizadas

**OAS**

NAVIGATION AID DATA

Approach Category

Glide path (°)  LOC THR Dist <sup>(1)</sup>  m

RDH  m Course width at THR  m

AIRCRAFT DATA

M/App CG (%)  CAT  STD ☒ Wing Semi Span  m GP Wheel / Antenna height  m

OAS constants

	A	B	C		A	B	C
W	<input type="text" value="0.028500"/>	<input type="text" value="0.000000"/>	<input type="text" value="-8.01"/>	Y	<input type="text" value="0.023948"/>	<input type="text" value="0.210054"/>	<input type="text" value="-21.51"/>
W*				Z	<input type="text" value="-0.025000"/>	<input type="text" value="0.000000"/>	<input type="text" value="-22.50"/>
X	<input type="text" value="0.027681"/>	<input type="text" value="0.182500"/>	<input type="text" value="-16.72"/>				

OAS Template coordinates -m (metres)

THR Elevation

	X	Y
C	<input type="text" value="281"/>	<input type="text" value="49"/>
D	<input type="text" value="-286"/>	<input type="text" value="135"/>
E	<input type="text" value="-900"/>	<input type="text" value="205"/>

300 m Height

	X	Y
C"	<input type="text" value="10807"/>	<input type="text" value="96"/>
C'''		
D"	<input type="text" value="5438"/>	<input type="text" value="910"/>
E"	<input type="text" value="-12900"/>	<input type="text" value="3001"/>

OAS height calculator

X  m Y  m Z  m

(1) For MLS read: "Azimuth antenna to THR distance"; for GBAS read: "GARP-LTP distance".

Figura III-3-6-11. Datos de salida de las OAS generados por el soporte lógico de OAS de los PANS-OPS

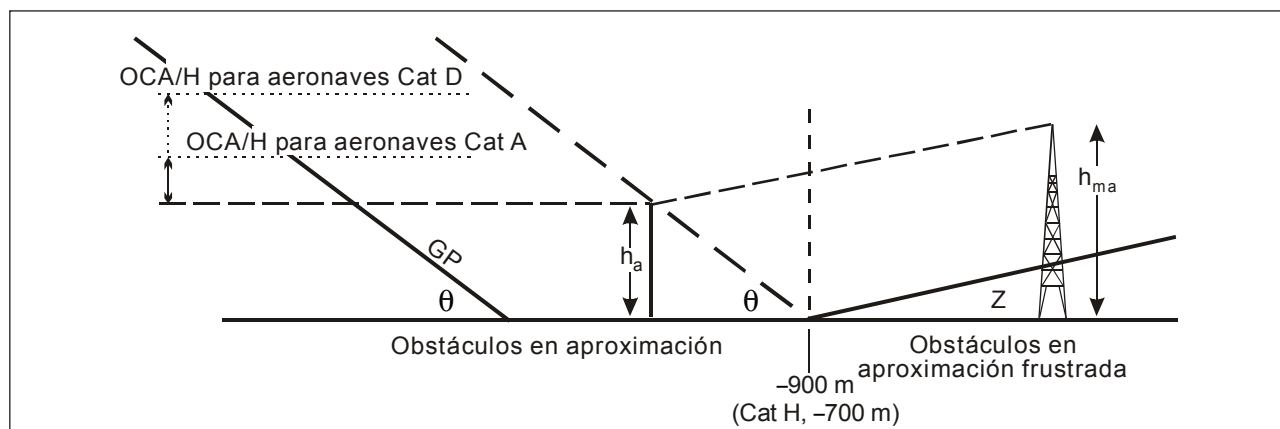


Figura III-3-6-12. Obstáculo en aproximación frustrada después de -900 m de distancia

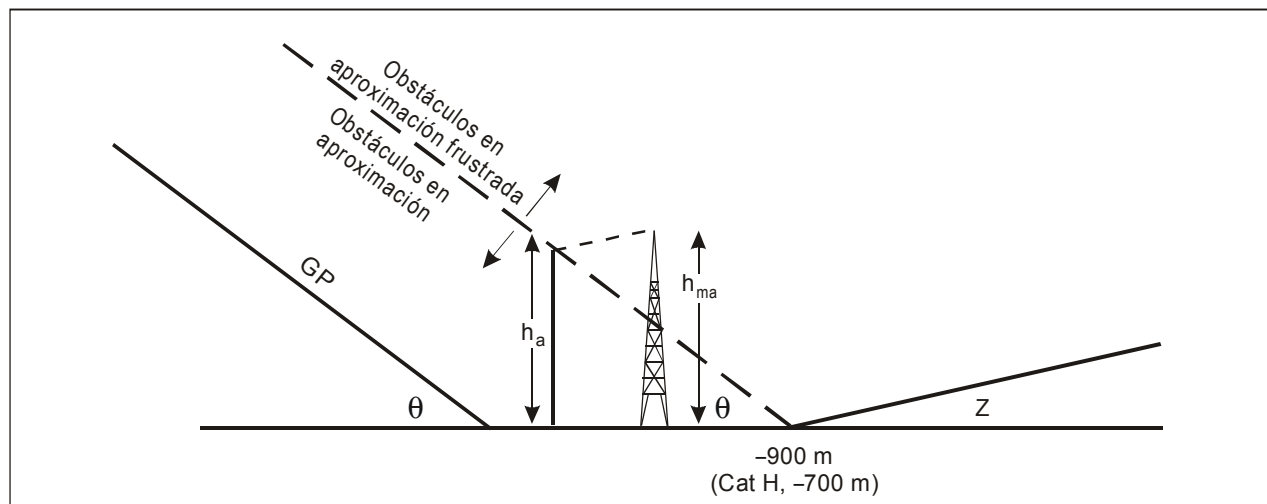


Figura III-3-6-13. Obstáculo en aproximación frustrada antes de -900 m de distancia

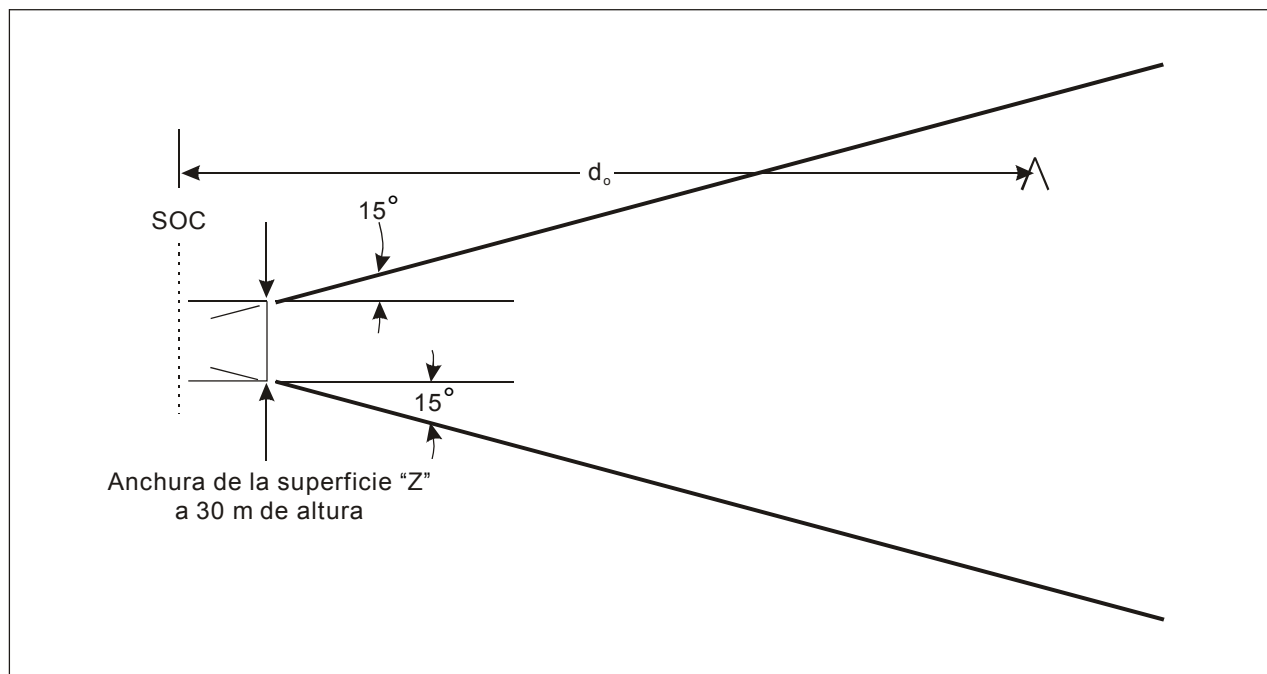
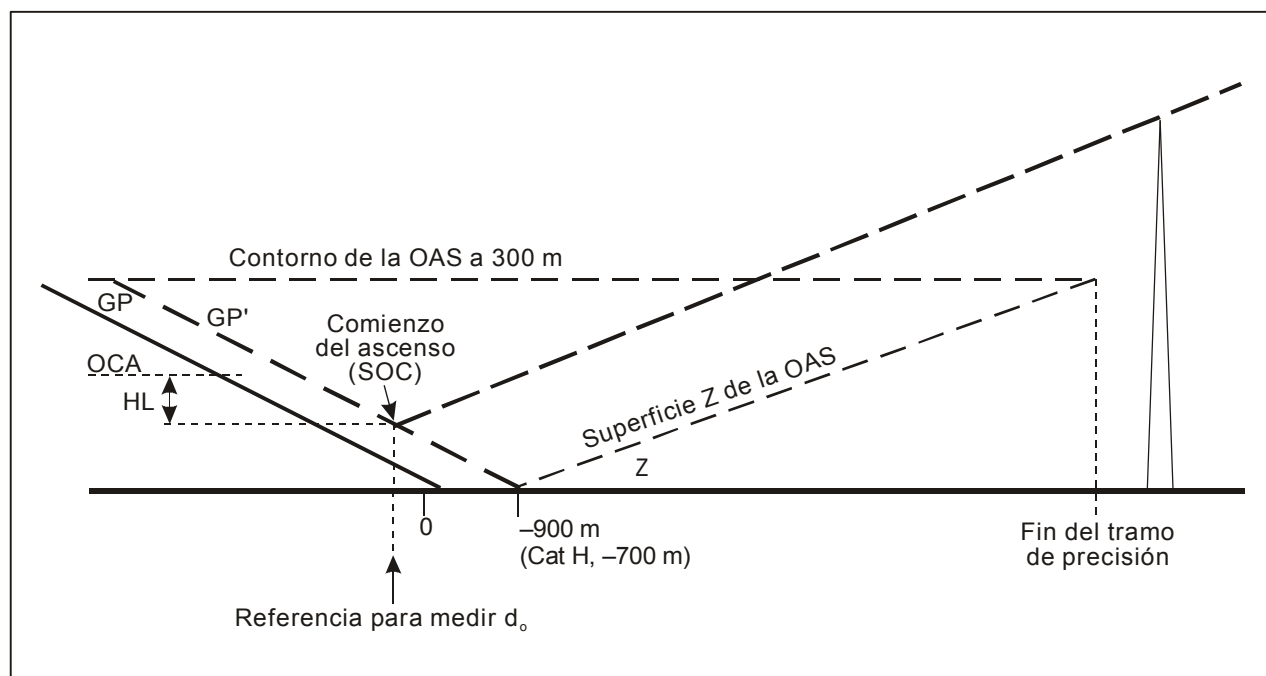
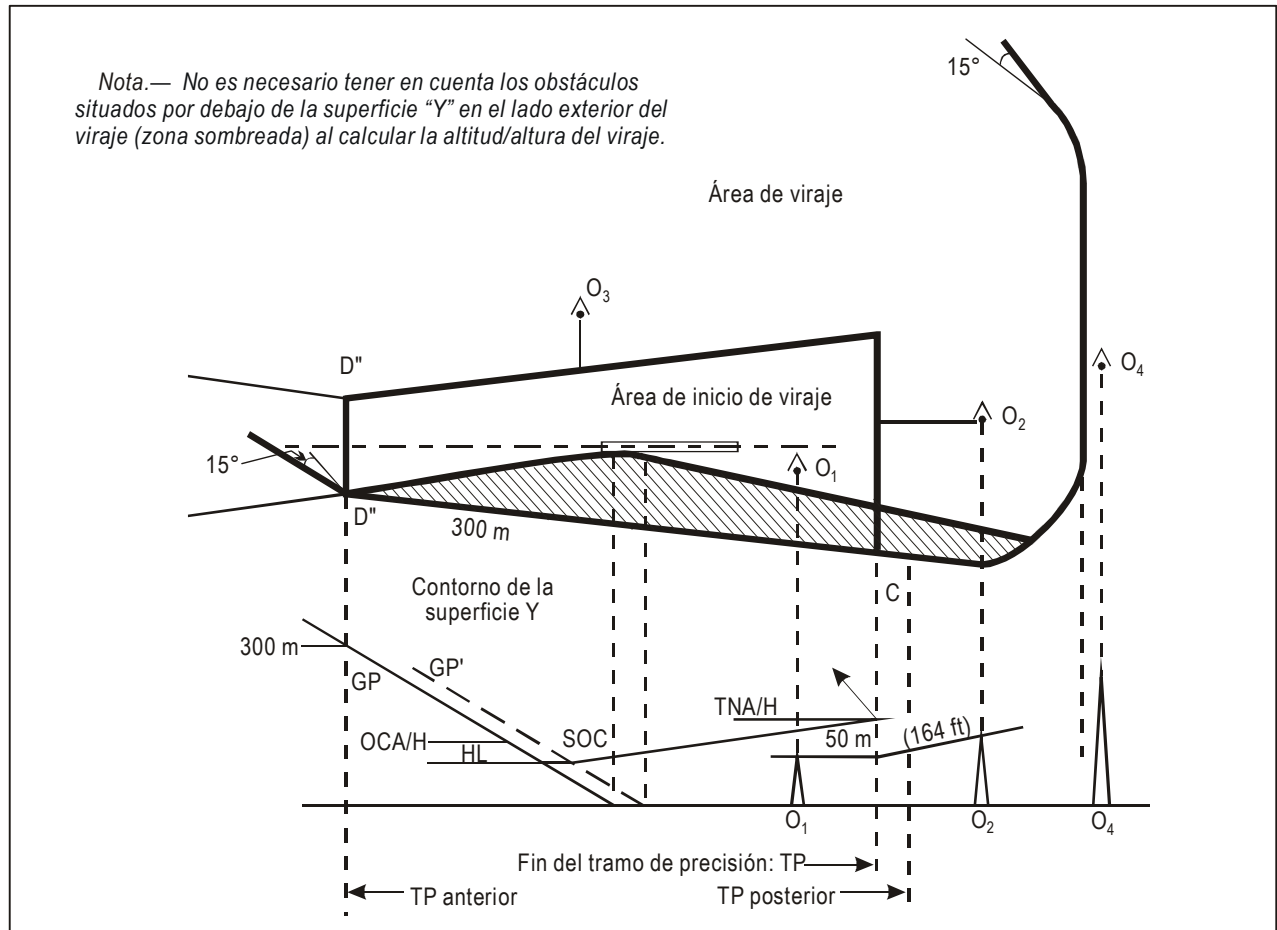


Figura III-3-6-14. Tramo final de la aproximación frustrada en línea recta

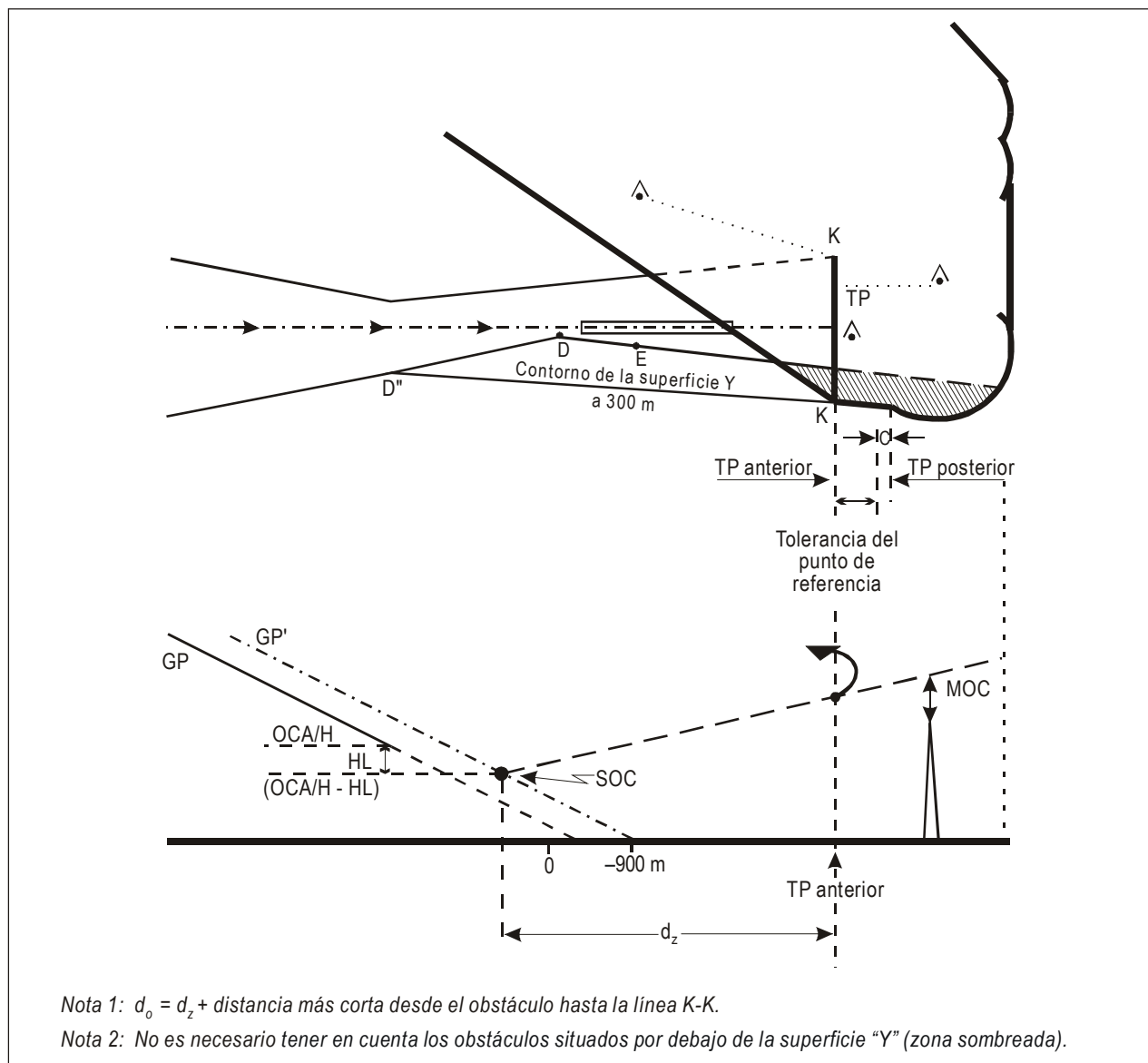


**Figura III-3-6-15. Franqueamiento de obstáculos en una aproximación frustrada en línea recta**

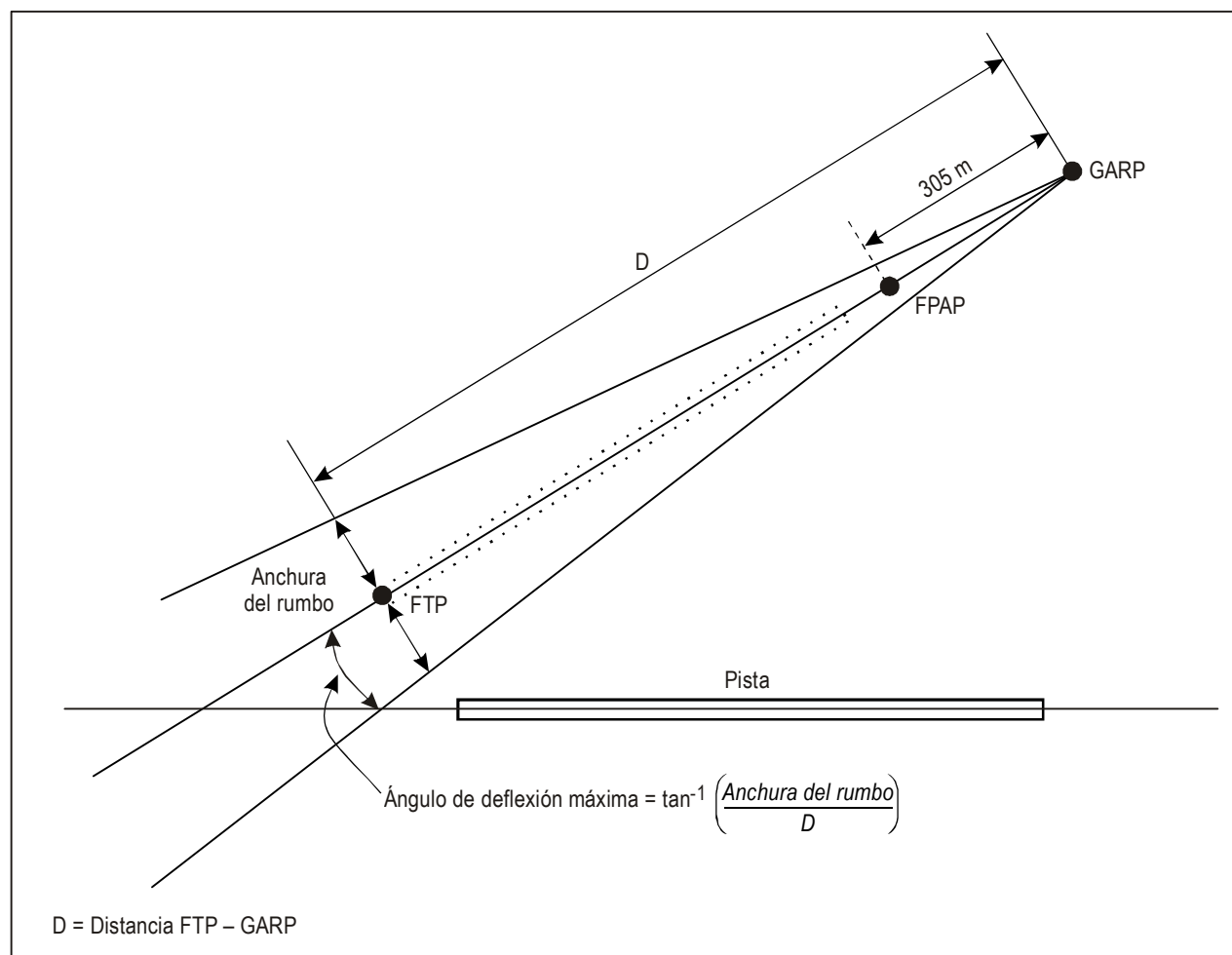




**Figura III-3-6-16. Viraje a una altitud designada**



**Figura III-3-6-17. Viraje en un TP designado (con punto de referencia de TP)**



**Figura III-3-6-18. GBAS de Cat I con alineación de la derrota de aproximación final de azimut desplazada**



## **Capítulo 7**

### **PROCEDIMIENTOS DE ESPERA**

#### **7.1 GENERALIDADES**

7.1.1 Este capítulo contiene los criterios relativos a los procedimientos de espera RNAV.

7.1.2 Los procedimientos de espera pueden diseñarse para operaciones con especificaciones de navegación que requieren o no un equipo de aeronave con la funcionalidad de espera.

7.1.2.1 *Especificaciones de navegación que requieren sistemas RNAV con funcionalidad de espera.* Las aeronaves equipadas con sistemas RNAV tienen la flexibilidad suficiente para mantenerse en espera sobre derrotas definidas por el equipo RNAV y para utilizar procedimientos menos rígidos que los propios de los circuitos de espera convencionales. Los beneficios de utilizar esta técnica incluyen la utilización óptima del espacio aéreo en relación a la ubicación y alineación de las áreas de espera así como, en determinadas circunstancias, la reducción del espacio aéreo del área de espera.

*Nota.— Actualmente, se está desarrollando una especificación de navegación para la que se requieren sistemas RNAV con funcionalidad de espera.*

7.1.2.2 Especificaciones de navegación que no requieren sistemas RNAV con funcionalidad de espera. Para sistemas RNAV sin ninguna funcionalidad de espera, es posible definir un procedimiento de espera RNAV para realizarse manualmente basándose en un punto de recorrido. Se empleará una plantilla convencional de espera para construir el área de franqueamiento de obstáculos para este tipo de espera. Las especificaciones de navegación que no requieren sistemas RNAV con funcionalidad de espera son RNAV 1 y 2, RNP 1 básica, RNP APCH y RNP AR APCH.

7.1.3 Los sistemas de gestión de vuelo están normalmente bajo el control de una base de datos de navegación.

7.1.4 *Situación y número de circuitos de espera.* Para evitar congestiones, sólo debería establecerse un circuito de espera para cada procedimiento. La ubicación normal debería coincidir con uno de los IAF. El punto de recorrido del circuito de espera (MAHF) se considera como un punto de recorrido de sobrevuelo.

#### **7.2 TIPOS DE PROCEDIMIENTOS DE ESPERA RNAV**

7.2.1 Pueden establecerse los dos tipos de procedimientos de espera RNAV siguientes:

a) espera RNAV con puntos de recorrido:

- 1) para operaciones que requieren sistemas RNAV con funcionalidad de espera; y
- 2) para operaciones que no requieren sistemas RNAV con funcionalidad de espera; y

b) espera de área RNAV. Este tipo de espera puede aplicarse a los dos tipos de operaciones que se especifican en 7.1.2.

Se aplican los criterios generales de la Parte I, Sección 4, Capítulo 3, Apéndice C, para espera convencional con tramo de alejamiento definido por una distancia, modificados según los criterios expuestos seguidamente para cada tipo de espera.

#### 7.2.2 *Espera RNAV con puntos de recorrido* [Véase la Figura III-3-7-1 a)]

##### 7.2.2.1 *Operaciones que requieren sistemas RNAV con funcionalidad de espera*

- a) Se considera que el sistema RNAV es capaz de compensar el efecto de un viento procedente del exterior del viraje de salida mediante la reducción del ángulo de inclinación lateral.
- b) La longitud del tramo de alejamiento del circuito de espera es, por lo menos, igual a un diámetro de viraje.
- c) Se supone que el sistema RNAV es capaz de corregir la deriva en los tramos rectos.
- d) No se tiene en cuenta la tolerancia de rumbo en los tramos rectos.

##### 7.2.2.2 *Operaciones que no requieren sistemas RNAV con funcionalidad de espera (es decir, receptores de clase A del GNSS básico)*

- a) Este tipo de espera se realizará manualmente y la guía de derrota RNAV sólo se proporciona en la derrota de acercamiento.
- b) No se consideran los efectos de compensación del viento ni la corrección de deriva del sistema RNAV.
- c) El extremo del tramo de alejamiento de la espera se define en función del tiempo o de una distancia respecto del punto de recorrido de espera (WD) que proporciona el sistema RNAV.

7.2.3 *Área de espera.* Este tipo de espera proporciona un área circular con centro en un punto de recorrido designado, y lo suficientemente grande como para contener un circuito de espera de hipódromo normalizado en cualquier orientación. [Véase la Figura III-3-7-1 B)].

### 7.3 PROCEDIMIENTOS DE ENTRADA

#### 7.3.1 *Espera RNAV con puntos de recorrido*

Los procedimientos de entrada a una espera RNAV con puntos de recorrido serán iguales a los utilizados en las esperas convencionales.

#### 7.3.2 *Área de espera*

Todo procedimiento de entrada que se establezca dentro del área definida es admisible.

### 7.4 TOLERANCIA DEL PUNTO DE REFERENCIA

7.4.1 Esta tolerancia es la mayor de las tolerancias del punto de referencia de cada uno de los sensores que se permite para la aplicación de la operación relativa a las especificaciones de navegación. La tolerancia de los puntos de

referencia para DME/DME y GNSS básico se describe en la Sección 1, Capítulo 3, 3.6 y Capítulo 2, 2.2 respectivamente.

*Nota.— Algunas operaciones regionales permiten el uso de VOR/DME.*

7.4.2 Los dos párrafos siguientes se aplican a la tolerancia del punto de referencia para VOR/DME.

7.4.2.1 *Tolerancia del punto de referencia — esperas con puntos de recorrido.* Las tolerancias de los puntos de recorrido para la construcción de áreas de tolerancia de puntos de referencia de recorrido (VT, DT, AVT, ADT) se calculan según se indica en la Sección 1, Capítulo 4, 4.6, “XTT, ATT y semianchura del área”. (Véase también la Figura III-3-7-3).

7.4.2.2 *Tolerancia del punto de referencia — área de espera.* A fin de conseguir un área de espera circular, es necesario construir un área circular de tolerancia del punto de referencia de recorrido, con centro en el punto de recorrido de espera. El radio ( $R^t$ ) de esta área de tolerancia se obtiene de:

$$R^t = \text{máx} (DTT, D \sin \alpha)$$

donde:  $\alpha$  = precisión de utilización del sistema VOR  
 DTT = precisión de utilización del sistema DME  
 D = distancia desde el punto de recorrido de espera al VOR/DME.

(Véase la Figura III-3-7-3).

## 7.5 CONSTRUCCIÓN DEL ÁREA DE ESPERA

### 7.5.1 Área de espera RNAV con puntos de recorrido

El área de espera se construye aplicando las técnicas de la Parte II, Sección 4, Capítulo 1, 1.3, “Construcción de las áreas de espera”, al área de tolerancia del punto de recorrido.

### 7.5.2 Construcción del área de protección para espera RNAV con puntos de recorrido

7.5.2.1 Se aplican los criterios generales descritos en 3.3, “Área de protección de procedimientos de hipódromo y de espera” de la Parte I, Sección 4, Capítulo 3, Apéndice C, “Construcción de áreas de franqueamiento de obstáculos para procedimientos de inversión y de espera”, modificados por los criterios contenidos en este párrafo. Los criterios se dividen en tres etapas (véase el Apéndice A, párrafo 1).

7.5.2.2 Este método aditivo para la tolerancia, o técnica de trazado con plantillas (TTT), se describe en el Apéndice A.

### 7.5.3 Área de espera RNAV

El área de espera contendrá el área básica de protección de espera girada sobre el área de tolerancia del punto de referencia de recorrido como se describe en 7.4.2.2. (Véanse las Figuras III-3-7-1 B) y III-3-7-2).

## 7.6 CONSTRUCCIÓN DEL ÁREA DE ESPERA PARA RNP

*Nota.— Estos criterios se elaboraron antes de introducir el concepto de PBN. Se conservan en los PANS-OPS como apoyo de las aplicaciones RNP existentes basadas en autorizaciones nacionales. Se prevé que serán reemplazados por criterios específicos de la PBN, una vez que se hayan publicado las especificaciones de navegación apropiadas.*

### 7.6.1 Parámetros que definen el circuito de espera RNP máximo

El circuito de espera RNP máximo está definido por:

- a) un punto de recorrido de espera en longitud y latitud WGS-84;
- b) una altitud mínima y una altitud máxima;
- c) una velocidad indicada máxima de espera;
- d) una derrota de acercamiento al punto de referencia de espera;
- e) la longitud (d1) de la derrota de acercamiento;
- f) el diámetro de viraje (d2);
- g) el valor de RNP (d3); y
- h) la distancia (d4) utilizada para dibujar el límite de protección para las entradas por el Sector 4.

Véanse las Figuras III-3-7-3 y III-3-7-4.

### 7.6.2 Diámetro del viraje

El diámetro del viraje (d2) se define como aquel que puede seguirse durante todo el viraje a una IAS definida con ISA + 15°, teniendo en cuenta:

- a) la velocidad máxima del viento (w) a la altitud máxima de espera, suponiendo viento de cola durante todo el viraje; y
- b) un ángulo de inclinación lateral definido ( $\alpha = 23^\circ$  para FL < 245 y  $15^\circ$  para FL > 245).

$$d2 = \frac{(TAS + w)^2}{34313 \tan \alpha} \quad d2 \text{ en NM; TAS y w en kt}$$

$$d2 = \frac{(TAS + w)^2}{63547 \tan \alpha} \quad d2 \text{ en km; TAS y w en km/h}$$

### 7.6.3 Límite RNP para “espera más entradas por el Sector 4”

El límite RNP para “espera más entradas por el Sector 4” se obtiene combinando el circuito de espera RNP con el límite de protección del Sector 4 (véase la Figura III-3-7-3).



La distancia (d4) se utiliza para trazar el límite de protección en el caso de entradas por el Sector 4 y se calcula mediante la fórmula:

$$d4 = \frac{d2(1 - \sin \theta)}{2 \cos \theta}$$

donde  $\theta$  es igual a  $20^\circ$ , definido como la perpendicular a la derrota de acercamiento.

En cuanto a la definición de los sectores RNAV, véase el Apéndice B.

#### 7.6.4 Franqueamiento de obstáculos

*Área de espera RNP.* En el área de espera está incluida el área básica de espera RNP y la protección adicional para las entradas por el Sector 4 (véase la descripción anterior). La protección del área de espera (véase la Figura III-3-7-4) consta de dos partes: área primaria y área tope. Estas áreas se aplican a la derrota máxima definida en la Figura III-3-7-3 como se describe a continuación.

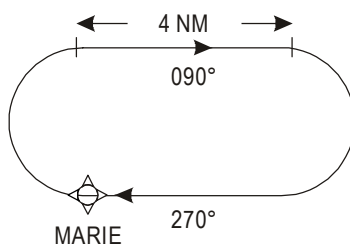
- Área primaria.* En los tramos rectos, en torno a la derrota máxima se aplica un valor (d3) igual al RNP. En los tramos curvos, se aplica un valor de  $\sqrt{2}$  RNP.
- Área tope.* Al exterior del área primaria se aplica un área tope. La anchura del área tope es la mayor de los dos valores siguientes:

XTT + 3,70 km (2,00 NM)  
9,26 km (5,00 NM)

### 7.7 PROMULGACIÓN DE PROCEDIMIENTOS DE ESPERA RNAV

#### 7.7.1 Espera RNAV para sistemas RNAV con funcionalidad de espera

Para este tipo de espera, el tramo de alejamiento se define en función de su longitud. La longitud de alejamiento se publicará en la carta de aproximación expresada en kilómetros (millas marinas).



#### 7.7.2 Espera RNAV para todos los sistemas RNAV

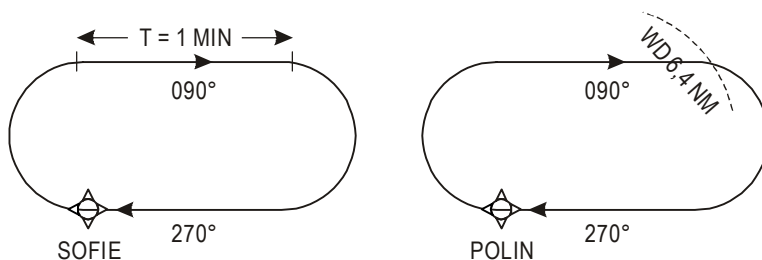
7.7.2.1 Para la espera realizada manualmente, el tramo de alejamiento se define en la función del tiempo o de una distancia respecto del punto de recorrido de espera.

7.7.2.2 Si bien sobre el mismo punto de recorrido son posibles los dos tipos de circuito de espera RNAV (los que se llevan a cabo manualmente y aquéllos con funcionalidad de espera), se publicarán la longitud del tramo de alejamiento y el tiempo o la distancia al punto de recorrido (WD).

7.7.2.3 Para la espera codificada en un sistema con funcionalidad de espera, la distancia del tramo de alejamiento que debe codificarse se proporcionará en forma tabular en la descripción del procedimiento al reverso de la carta o en una hoja por separado, con las referencias apropiadas (véase el ejemplo a continuación).

Ejemplo:

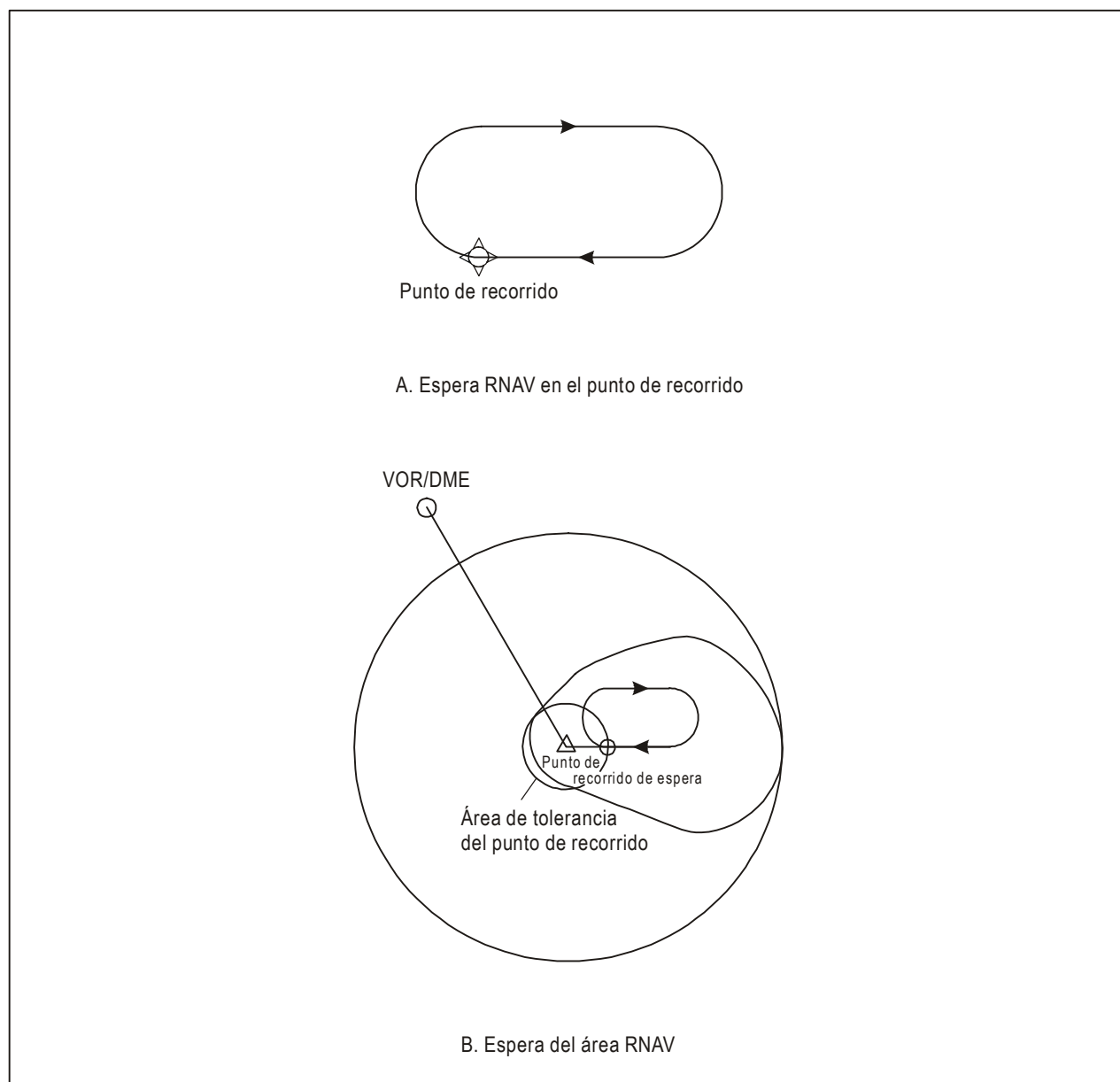
Descriptor de trayectoria	Identificador de puntos de referencia (nombre del punto de recorrido)	Rumbo de acercamiento °M (°T)	Distancia del tramo	Dirección del viraje	Altitud mínima	Altitud máxima	Límite de velocidad	Declinación magnética	Especificación de navegación
Espera	POLIN	270 (272,3)	4,0	R	2 000	6 000	250	-2,3	RNAV 1



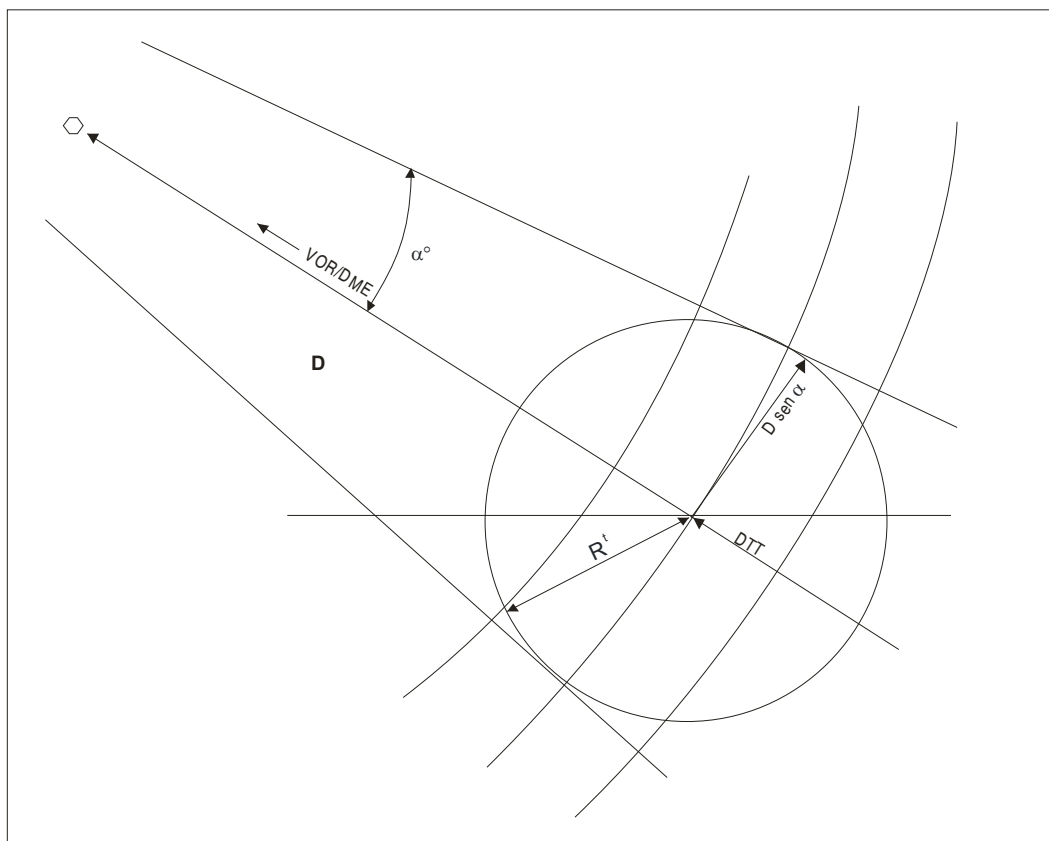
7.7.2.4 En los casos en los que el tramo de alejamiento se defina mediante una distancia al punto de recorrido de espera (WD), ésta se publicará en la carta de aproximación expresada en décimas de kilómetro (décimas de milla marina).

*Nota.— Puede ser que el punto de recorrido de espera no se represente en la carta como un punto de recorrido de sobrevuelo, pero se espera que el piloto y/o el sistema de navegación de la aeronave traten el punto de recorrido como un punto de recorrido de sobrevuelo durante la espera (véanse los antecedentes y la justificación en el Apéndice A).*

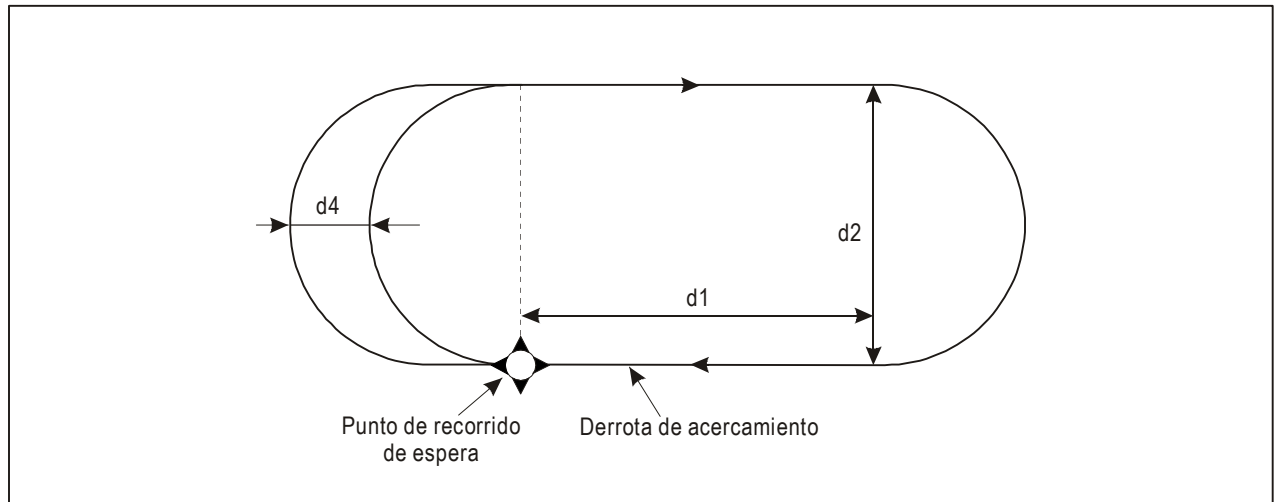
7.7.2.5 En cuanto a la definición de los sectores RNAV, véase el Apéndice B.



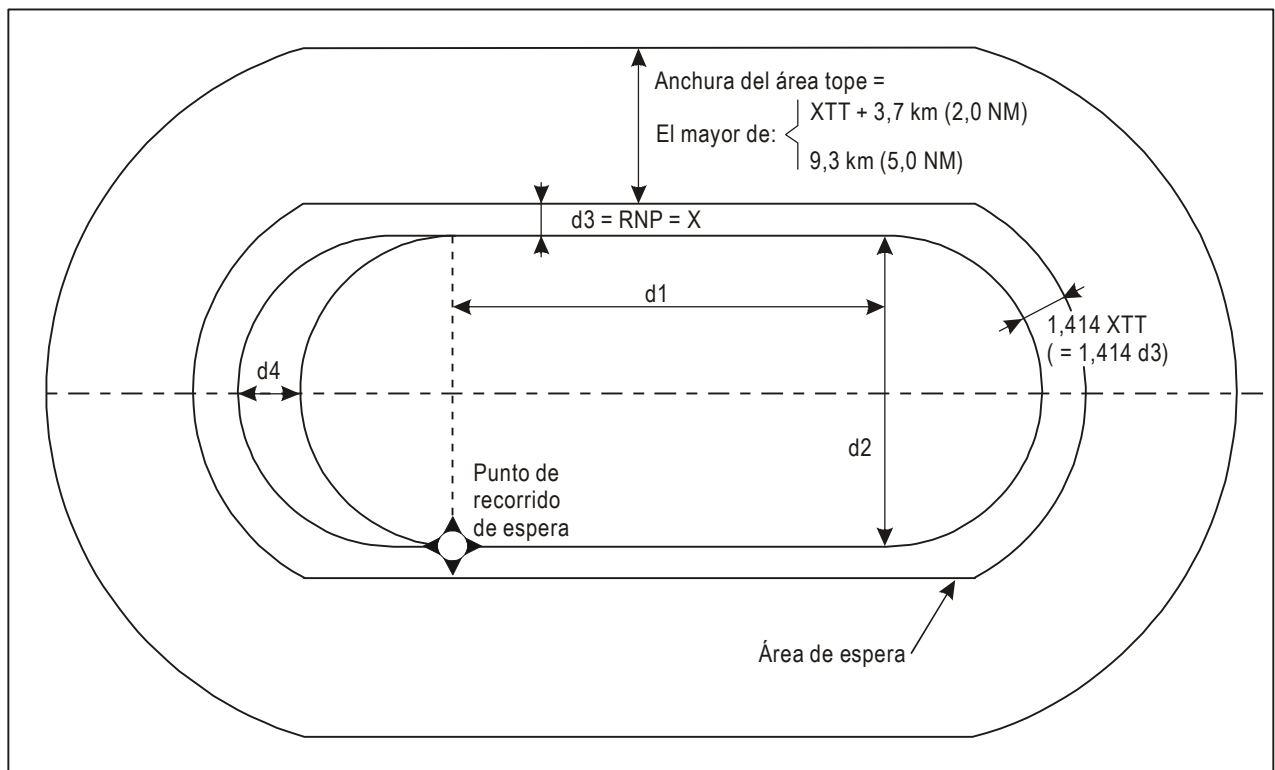
**Figura III-3-7-1. Tipos de procedimientos de espera RNAV**



**Figura III-3-7-2. Construcción de las áreas de tolerancia de puntos de recorrido**



**Figura III-3-7-3. Derrota máxima en un circuito de espera RNP**



**Figura III-3-7-4. Área de espera RNP — área de franqueamiento de obstáculos**



## **Apéndice A del Capítulo 7**

# **CONSTRUCCIÓN DE UN ÁREA DE FRANQUEAMIENTO DE OBSTÁCULOS PARA ESPERA RNAV CON VOR/DME, DME/DME Y GNSS**

### **1. GENERALIDADES**

La construcción del área de espera se divide en los tres pasos siguientes:

- a) construcción de la plantilla;
- b) construcción del área básica; y
- c) construcción del área de entrada.

### **2. CONSTRUCCIÓN DE UNA PLANTILLA**

#### **2.1 Sistemas RNAV con funcionalidad de espera**

La plantilla RNAV de espera se construye de acuerdo con las siguientes directrices (véase la Figura III-3-7 Ap A-1 como ejemplo):

- a) elíjase la distancia de alejamiento: D es la longitud del tramo de alejamiento; D será al menos igual a un diámetro de viraje redondeada al km (NM) superior siguiente;
- b) trácese la trayectoria nominal; sitúese el punto “i” al final del tramo de alejamiento;
- c) trácese la protección de un viraje de más de 180° como en la plantilla convencional (véase el Diagrama I-4-3-Ap C-6 en la Parte I, Sección 4, Capítulo 3, Apéndice C);
- d) trácese una paralela a la derrota de alejamiento tangente a la línea (2);
- e) desde “i”, trácese una perpendicular a la derrota de alejamiento;
- f) las líneas (3) y (4) se cortan en i1;
- g) sitúese el punto “a” de la plantilla convencional en “i”, seguidamente en “i1”, con el eje paralelo al tramo de alejamiento y, en ambos casos, dibújese la protección de un viraje de más de 180°; trácese la tangente T a dichas protecciones;
- h) trácese la tangente T1 entre la línea (6) y la línea (2);
- i) trácese la tangente T2 entre las líneas (2) y (6); y

- j) ubíquese el punto E en la plantilla (véase la Parte I, Sección 4, Capítulo 3, Apéndice C, 3.3.2.2.4.7) y utilícense las siguientes fórmulas para XE e YE (que son distintas a las de la Parte I, Sección 4, Capítulo 3, Apéndice C, 3.3.2.2.4.7):

$$XE = 2r + D + 11v + \left(11 + \frac{90}{R} + 11 + \frac{105}{R}\right)W'$$

$$YE = 11v \cdot \cos 20^\circ + r \cdot \sin 20^\circ + r + \left(11 + \frac{20}{R} + \frac{90}{R} + 11 + \frac{15}{R}\right)W'$$

[Véanse las Figuras III-3-7-Ap A-2 a) y III-3-7-Ap 2-b)].

## 2.2 Sistemas RNAV sin funcionalidad de espera

Constrúyase una plantilla convencional de espera de acuerdo con la Parte I, Sección 4, Capítulo 3, Apéndice C, 3.3.2, o utilícese una plantilla del *Manual de plantillas para los procedimientos de espera, inversión e hipódromo* (Doc 9371) para el tiempo, la velocidad y la altitud apropiadas.

# 3. CONSTRUCCIÓN DEL ÁREA BÁSICA

## 3.1 Área de tolerancia del punto de espera

Alrededor del punto de espera A, dibújese la tolerancia del punto de referencia RNAV asociada al punto de recorrido y ubíquense los puntos A1, A2, A3 y A4 sobre los cuatro ángulos de esta área.

## 3.2 Construcción del área básica

### 3.2.1 Sistema RNAV con funcionalidad de espera

(Véase la Figura III-7-3-Ap A-3).

- sitúese el punto “a” de la plantilla RNAV sucesivamente en A1, A2, A3 y A4 para trazar las curvas “1”, “2”, “3” y “4”; y
- trácense las tangentes comunes a las curvas “1” y “2”, “2” y “4”, “3” y “4”, “3” y “1”.

### 3.2.2 Sistemas RNAV sin funcionalidad de espera

#### 3.2.2.1 Tramo de alejamiento de la espera definido en función del tiempo (Véase la Figura III-7-3-Ap A-4).

- sitúese el punto “a” de la plantilla convencional sucesivamente en A1, A2, A3 y A4 para trazar las curvas “1”, “2”, “3” y “4”; y
- trácense las tangentes comunes a las curvas “1” y “2”, “2” y “4”, “3” y “4”, “3” y “1”.

#### 3.2.2.2 Tramo de alejamiento de la espera definido en función de la distancia (Véase la Figura III-7-3-Ap A-5).



### 3.2.2.2.1 Protección del viraje de alejamiento y del tramo de alejamiento:

- a) sitúese el punto “a” de la plantilla convencional en A1, con el eje paralelo a la derrota de acercamiento y trácese la curva “1” (parte del contorno de la plantilla) y un círculo con centro en “g” y radio  $W_G$ ;
- b) sitúese el punto “a” de la plantilla convencional en A3, con el eje paralelo a la derrota de acercamiento y trácese la curva “2” (parte del contorno de la plantilla) y la línea “3” (protección del tramo de alejamiento del lado opuesto al de maniobra); y
- c) trácese la tangente común a las curvas “1” y “2” y extiéndase la parte recta de la curva “1” y la línea “3” en la dirección del extremo de alejamiento.

### 3.2.2.2.2 Cálculo de la distancia límite de alejamiento: WD

WD es la distancia entre el punto de recorrido de espera y la proyección vertical del extremo de la derrota de alejamiento sobre el elipsoide del WGS-84.

Los parámetros de distancia se eligen y calculan en la secuencia siguiente:

- a) elección de la distancia de alejamiento: ds

ds es la longitud horizontal del tramo de alejamiento; ds debería ajustarse a la relación  $ds > vt$ , donde t es el tiempo de alejamiento, como se especifica en la Parte I, Sección 4, Capítulo 3, 3.5.5, “Tiempo de alejamiento” para procedimientos de hipódromo, y en la Parte II, Sección 4, Capítulo 1, 1.3.2.2, “Cronometraje de alejamiento” para procedimientos de espera;

- b) cálculo de la distancia límite de alejamiento: WD

WD es la distancia horizontal entre el punto de espera y la proyección vertical del extremo de la derrota de alejamiento

$$WD = (ds^2 + 4 r^2)^{1/2}$$

- c) valor mínimo para WD

además, a fin de garantizar que esta distancia no cruce el área que contiene el extremo del viraje de alejamiento, la distancia límite de alejamiento es tal que no cruza el área que contiene el extremo de viraje de alejamiento. En la práctica, un círculo con centro en el punto de espera y radio WD no interferirá con el círculo con centro en “g” y radio  $W_G$  trazado como se describe en 3.2.2.2.1 a); y

si la distancia calculada en el punto b) es tal que ocurra una interferencia, la WD se aumentará hasta un valor que se ajuste a estos criterios.

*Nota.— El valor mínimo de WD que cumpla estos criterios también puede determinarse usando la fórmula:*

$$WD = [(ATT+11v)^2 + (2r+XTT)^2]^{1/2} + W_g$$

- d) la WD se redondea, así, a la décima de km (o NM) mayor más próxima.

### 3.2.2.2.3 Área que contiene el extremo del tramo de alejamiento:

- a) trácese desde A la derrota de acercamiento “RP” y dos líneas “RP1” y “RP2” a una distancia igual a XTT a cada uno de sus lados:

donde XTT es la tolerancia perpendicular a la derrota del punto de espera;

- b) trácense, con centro en A, los arcos “D” con radio WD, “D1” con radio WD-ATT, “D2” con radio WD+ATT:  
donde ATT es la tolerancia paralela a la derrota del punto de espera;
- c) sitúese el punto C1 en la intersección de la prolongación de la curva “1” con el arco D2;
- d) sitúense los puntos C2 y C3 en la intersección de la prolongación de la línea “3” con los arcos D1 y D2; y
- e) si la aeronave intercepta la derrota de acercamiento de la espera RNAV antes de alcanzar la distancia límite de alejamiento WD, se supone que el piloto sigue alejándose de la derrota RNAV sin desviarse más allá del eje del procedimiento, de forma que:  
  
cuando C2 y C3 estén más lejos del eje del procedimiento que RP2 [véase la Figura III-7-3-Ap A-6 a)], sustitúyanse C2 y C3 por la intersección de RP2 con los arcos D1 y D2, respectivamente; y  
  
cuando sólo C3 esté más lejos del eje del procedimiento que RP2 [véase la Figura III-7-3-Ap A-6 b)], sustitúyase C3 por la intersección de RP2 con D2, añádase el punto C’2 en la intersección de la línea “3” con RP2.

### 3.2.2.3 Protección del viraje de acercamiento

Gírese la plantilla 180°, y a continuación:

- a) colóquese el punto “a” de la plantilla en C1, con el eje paralelo a la derrota de acercamiento y trácese la curva “4” (parte de la línea de protección de un viraje de más de 180°);
- b) desplácese el punto “a” de la plantilla a lo largo del arco D2 desde C1 hasta C3 (con el eje paralelo y opuesto a la derrota de acercamiento) y trácese la curva “5”;
- c) colóquese el punto “a” de la plantilla en C2, C3 y finalmente en C’2 y trácense las curvas “6”, “7” y finalmente “8” y su tangente común; y
- d) trácese la tangente a la curva “7” y “2”.

## 4. CONSTRUCCIÓN DE LAS ÁREAS DE ENTRADA

### 4.1 Sistema RNAV con funcionalidad de espera

(Véase la Figura III-7-3-Ap A-7).

Trácese el círculo con centro en “A” pasando a través de A1 y A3; aplíquese el mismo método que se explica en la Parte I, Sección 4, Capítulo 3, Apéndice C, 3.3.3.2.1, usando la plantilla de espera RNAV.

### 4.2 Sistema RNAV sin funcionalidad de espera

#### 4.2.1 Tramo de alejamiento de la espera definida en función del tiempo

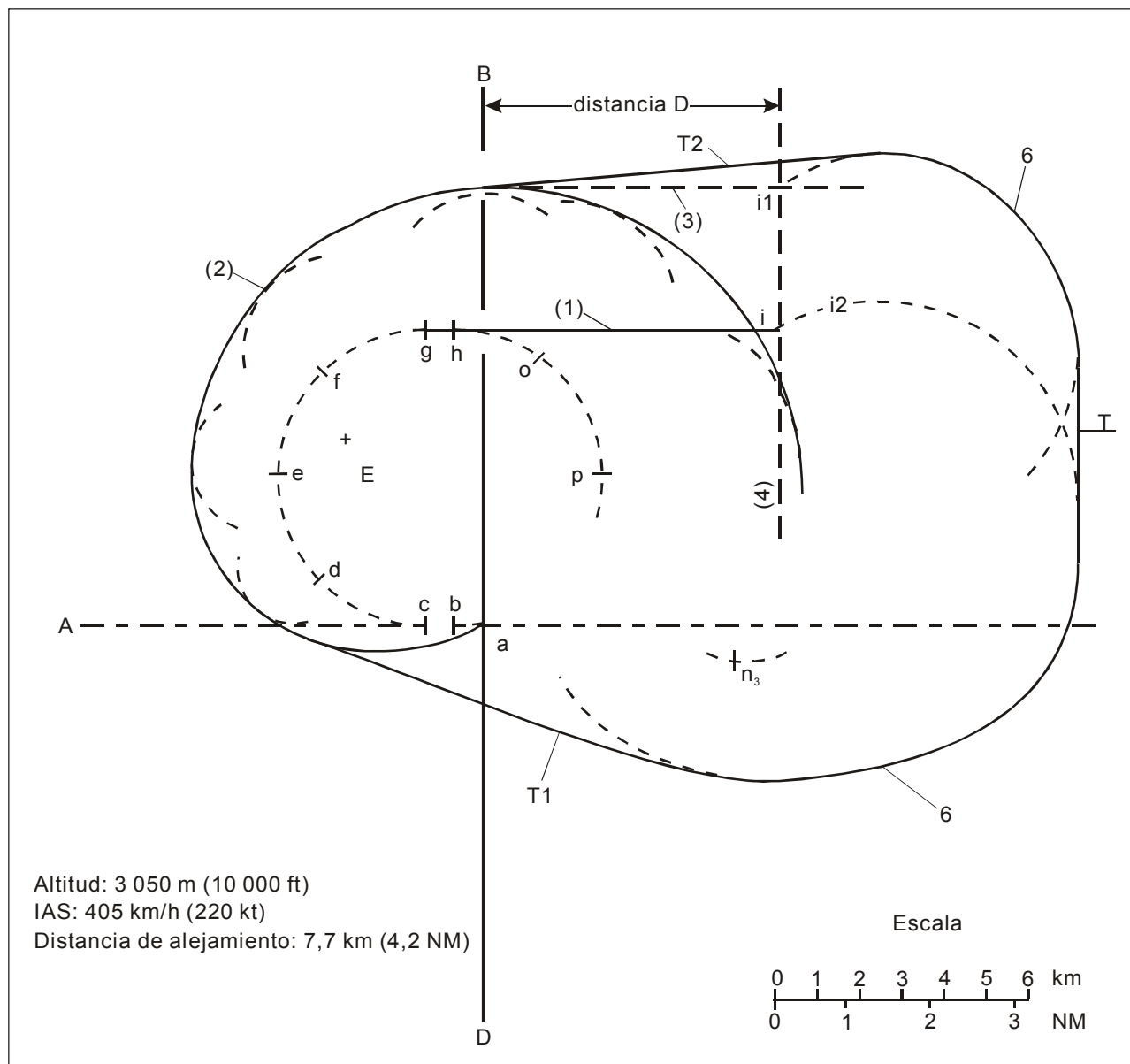
(Véase la Figura III-7-3-Ap A-8).

Trácese el círculo con centro en “A” pasando a través de A1 y A3; aplíquese el mismo método que se explica en la Parte I, Sección 4, Capítulo 3, Apéndice C, 3.3.3.2.1, usando la plantilla convencional de espera.

#### 4.2.2 Tramo de alejamiento de la espera definida en función de la distancia

(Véase la Figura III-7-3-Ap A-9).

Las áreas de entrada omnidireccionales se definen aplicando los mismos principios que se utilizan para una entrada omnidireccional en la vertical de un VOR o un NDB (véase la Parte II, Sección 4, Capítulo 1, 1.2.1 “Procedimientos de entrada”).



**Figura III-3-7-Ap A-1. Plantilla RNAV para sistemas RNAV con funcionalidad de espera**

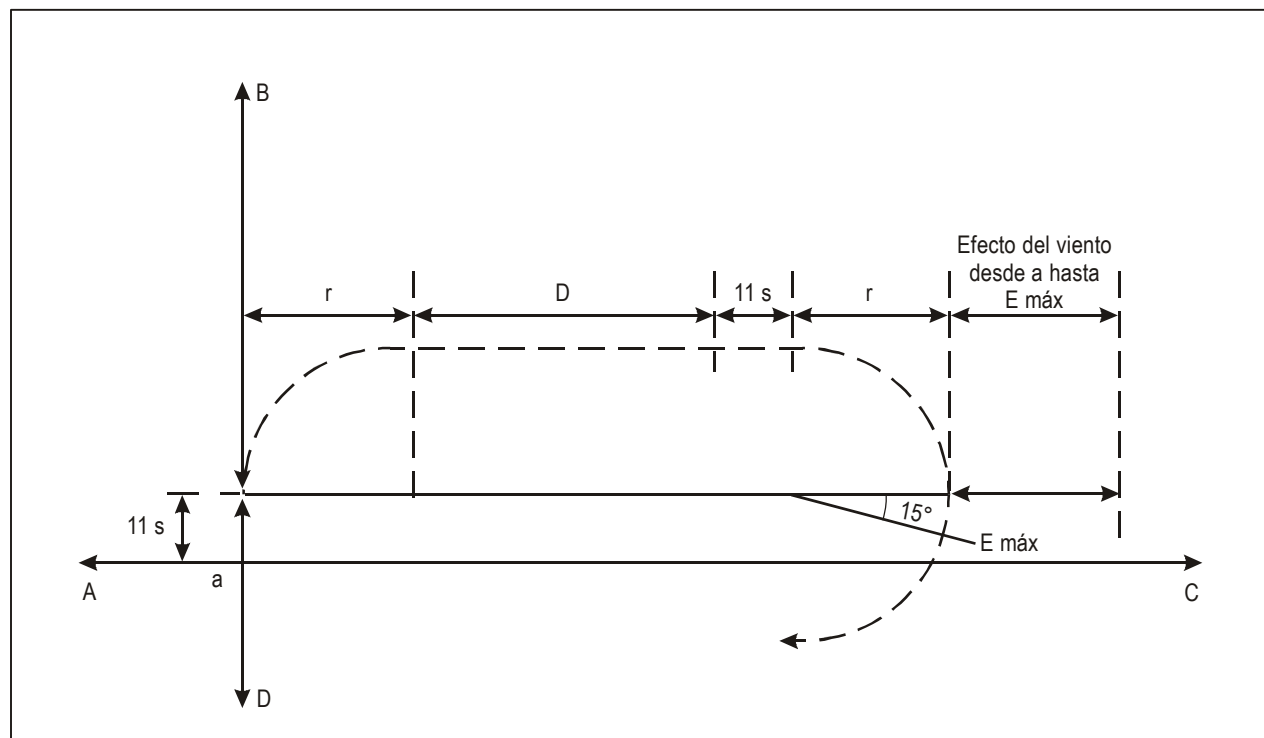


Figura III-3-7-Ap A-2 a). Espera RNAV: Cálculo de XE

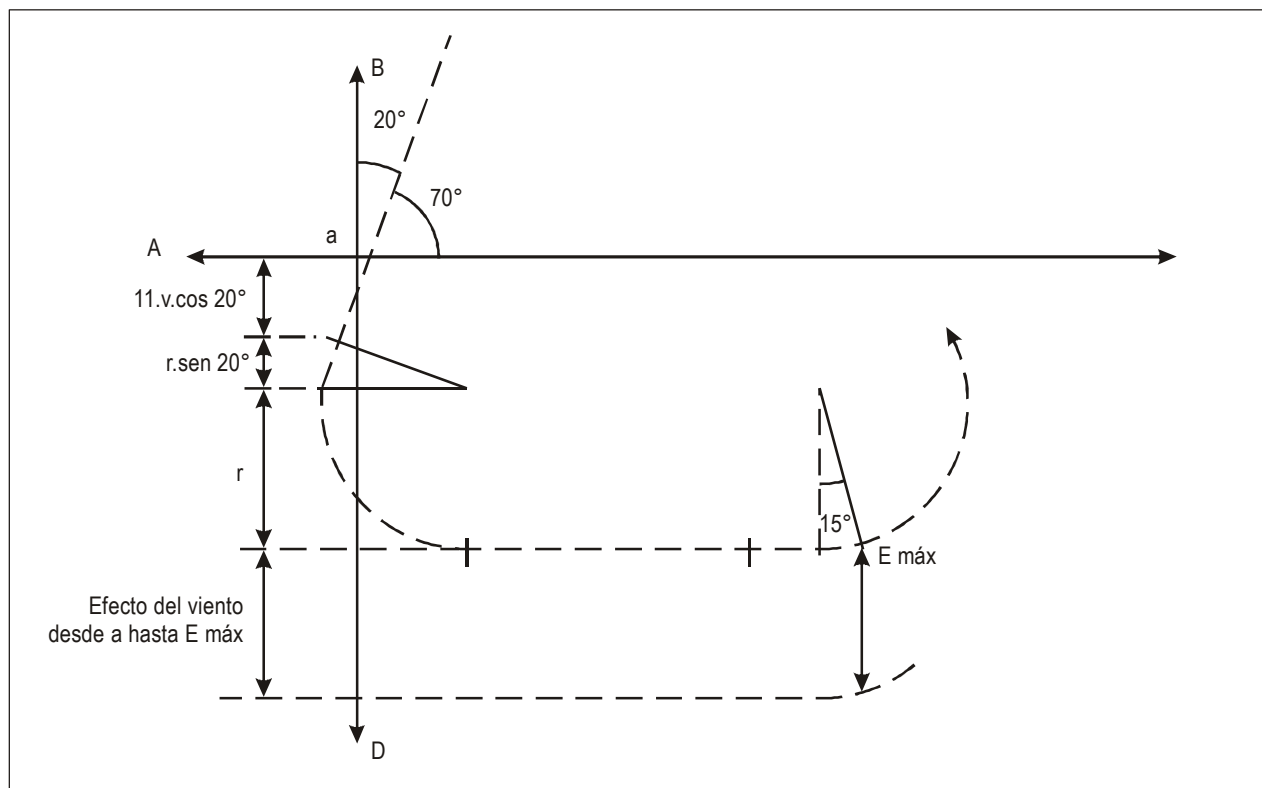
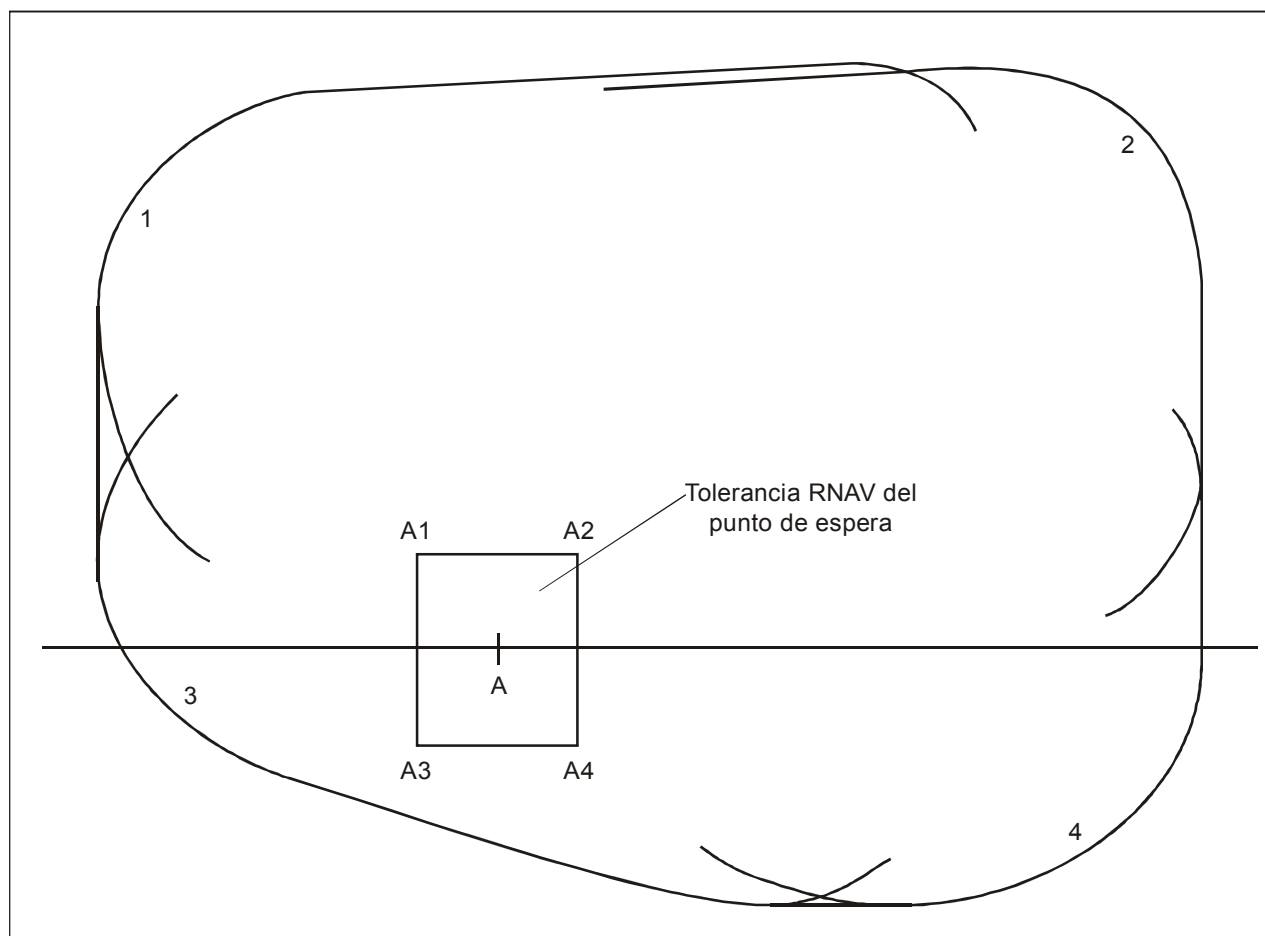
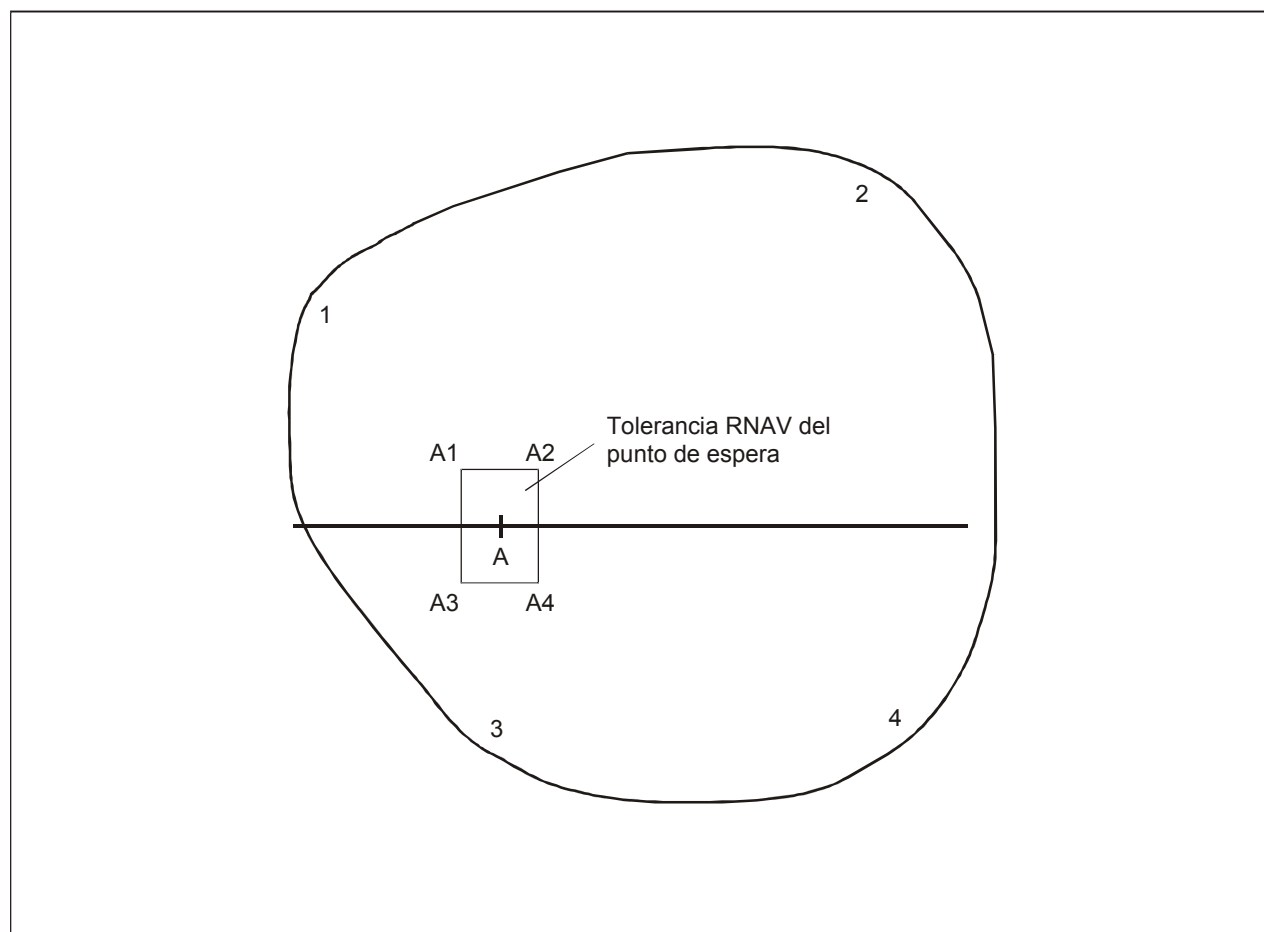


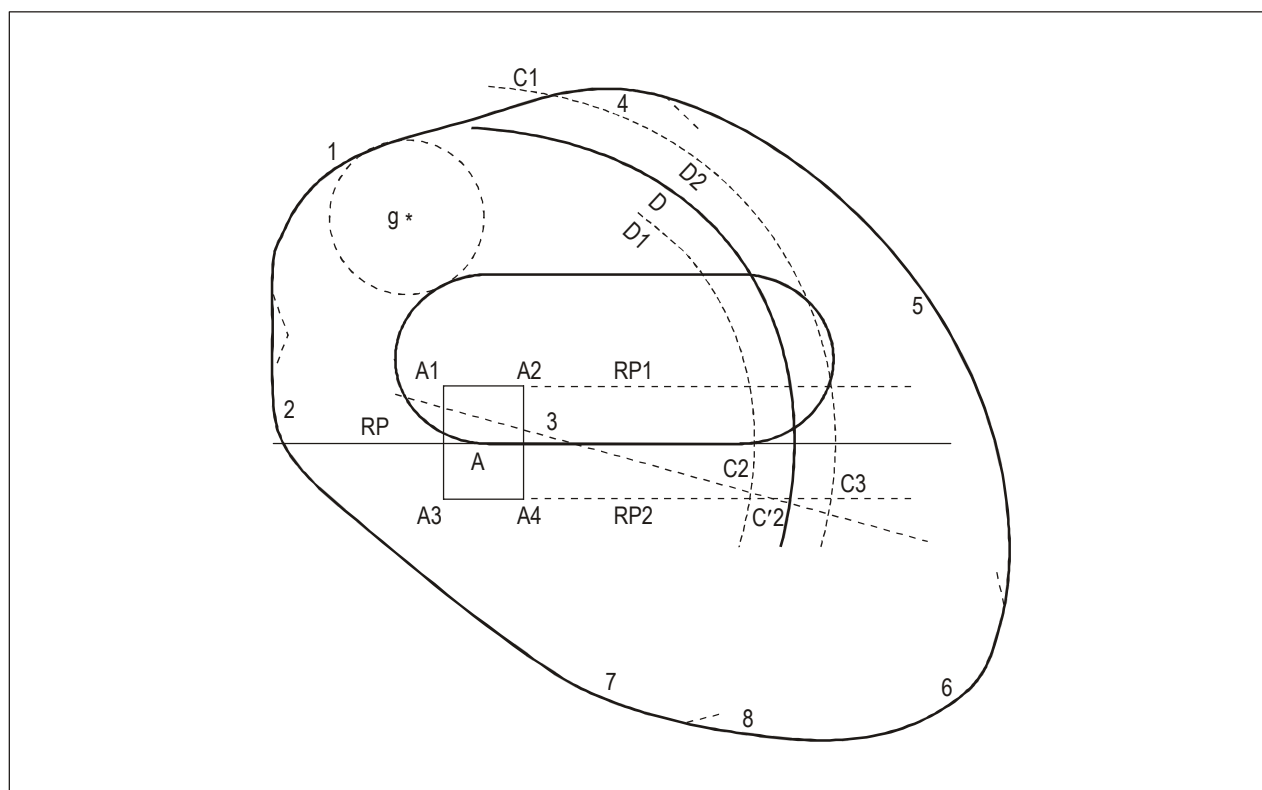
Figura III-3-7-Ap A-2 b). Espera RNAV: Cálculo de YE



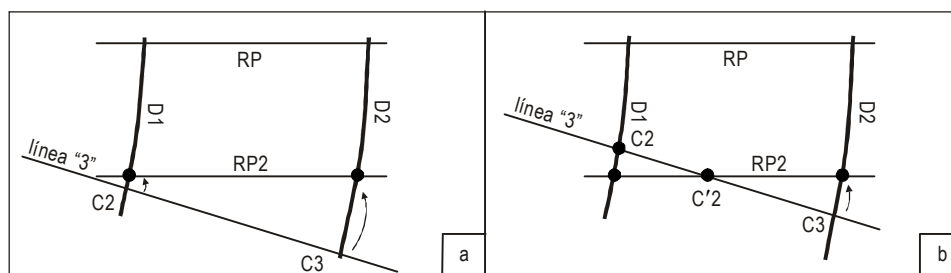
**Figura III-3-7-Ap A-3. Área básica RNAV para sistemas RNAV con funcionalidad de espera**



**Figura III-3-7-Ap A-4. Área básica de espera RNAV para sistemas RNAV sin funcionalidad de espera — Tramo de alejamiento definido en función del tiempo**

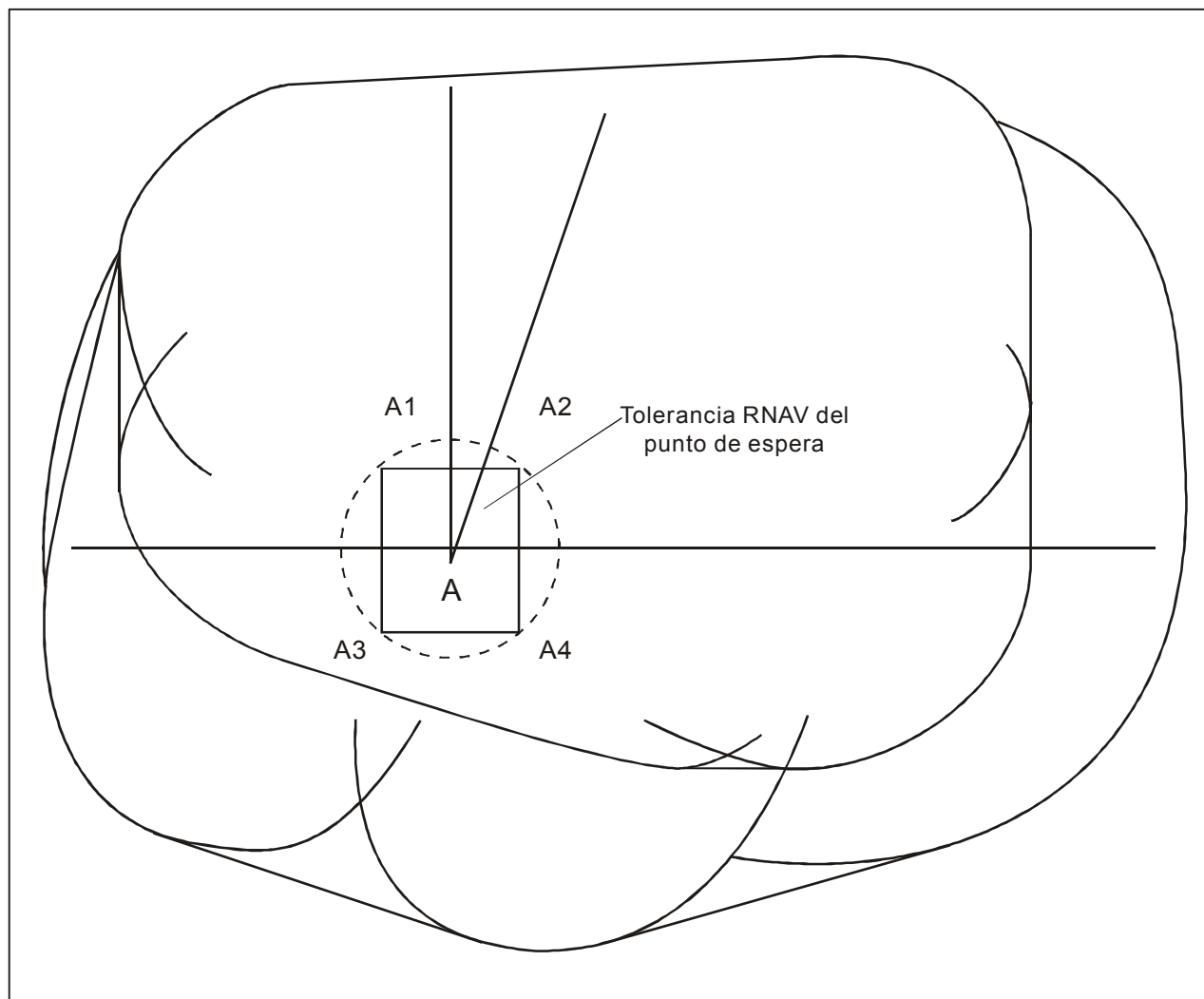


**Figura III-3-7-Ap A-5. Área básica de espera RNAV para sistemas RNAV sin funcionalidad de espera — Tramo de alejamiento definido en función de la distancia**



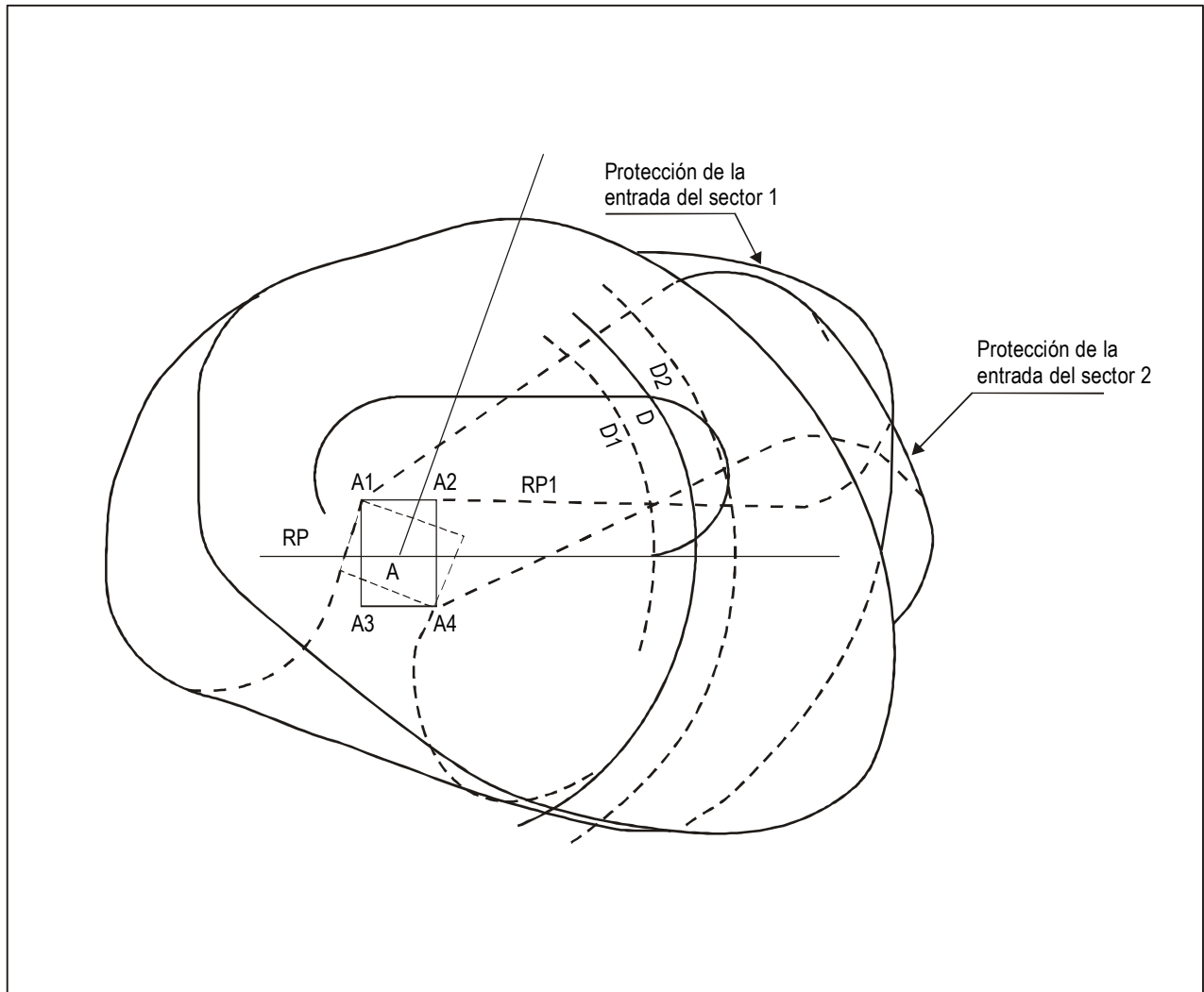
**Figura III-3-7-Ap A-6. Área que contiene el extremo del tramo de alejamiento [véase 3.2.2.2.3 e)]**





**Figura III-3-7 Ap A-7. Área de espera RNAV que incluye protección de los procedimientos de entrada para sistemas RNAV con funcionalidad de espera**





**Figura III-3-7-Ap A-9. Área de espera RNAV que incluye protección de los procedimientos de entrada para sistemas RNAV sin funcionalidad de espera**  
**— Tramo de alejamiento definido en función de la distancia**

-----



## **Apéndice B del Capítulo 7**

### **EJEMPLO DE ENTRADAS DE ESPERA DE ALTERNATIVA CON NAVEGACIÓN DE ÁREA (RNAV) EN EL CASO DE ÁREAS DE ENTRADA DE ESPERA REDUCIDAS**

#### **1.1 INTRODUCCIÓN**

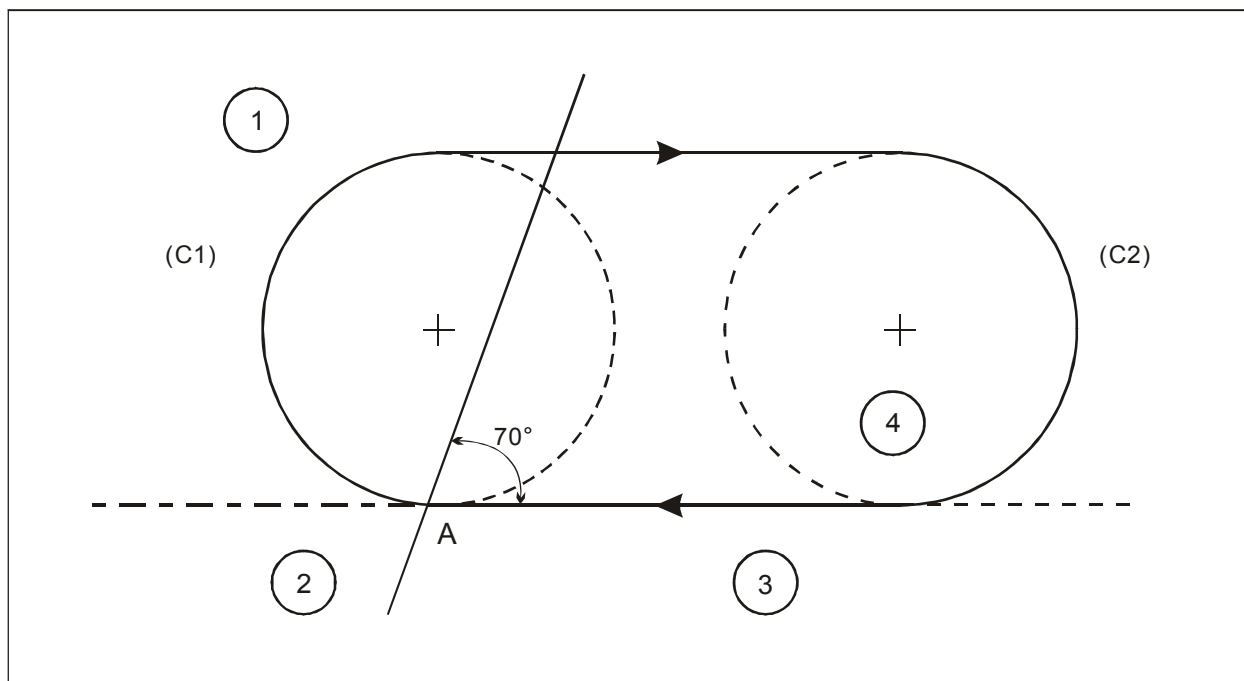
1.1.1 Las entradas convencionales descritas en la Parte II, Sección 4, Capítulo 1, se basan en que para los procedimientos VOR o NDB es necesario sobrevolar la estación o el punto de referencia de espera al comenzar la entrada. Esto requiere protección adicional para los procedimientos de entrada con estos tipos de espera.

1.1.2 Con un sistema RNAV adecuado, deja de ser necesario sobrevolar la estación o el punto de recorrido de espera. En este apéndice se proporciona un ejemplo de entradas de alternativa con menos “exigencias de espacio” que las convencionales. Estos textos se presentan a modo de información para fabricantes. En el futuro se establecerá la fecha de utilización operacional.

#### **1.2 DEFINICIÓN DE LOS SECTORES DE ENTRADA**

- a) Trácese el contorno del circuito de espera (véase la Figura III-3-7-Ap B-1); y
- b) trácese una línea que forme un ángulo de  $70^\circ$  con el eje del tramo de acercamiento y que pase por el punto de recorrido de espera.

Estas dos líneas dividen el espacio en cuatro sectores: (1, 2, 3 y 4) como se indica.



**Figura III-3-7-Ap B-1. Sectores de entrada**

## **Capítulo 8**

### **PROCEDIMIENTOS EN RUTA**

#### **8.1 GENERALIDADES**

##### **8.1.1 Aplicación**

8.1.1.1 En este capítulo se describen los criterios de vuelo en ruta para RNAV 5, RNP 4, RNAV 2 y RNAV 1. Los criterios generales de la Parte II, Sección 3, “Criterios en ruta”, se aplican con la siguiente modificación: en los tramos rectos, la anchura del área es constante (no se aplican los límites angulares).

8.1.1.2 Se aplican los criterios generales de la Parte I y la Parte III, Secciones 1 y 2, que se amplían o modifican con los criterios de este capítulo.

##### **8.1.2 Áreas secundarias**

Se aplican los criterios generales relativos a las áreas secundarias (véase la Parte I, Sección 2, Capítulo 1, 1.2 y 1.3).

##### **8.1.3 Anchuras de área**

Para calcular las anchuras de área y las tolerancias subyacentes que intervienen en estos cálculos, véase el párrafo titulado “XTT, ATT y semianchura del área” de la Parte III, Sección 1, correspondiente al sensor apropiado:

- a) GNSS básico, Sección 1, Capítulo 2, 2.2;
- b) DME/DME, Sección 1, Capítulo 3, 3.6; y
- c) VOR/DME, Sección 1, Capítulo 4, 4.6.

La anchura total del área resulta de unir las diferentes anchuras de área en los puntos de referencia pertinentes, a excepción de los puntos de enlace entre el tramo en ruta y el de aproximación inicial, y entre el tramo en ruta y el de salida, en cuyos casos debería aplicarse la metodología que se detalla en la Parte III, Sección 1, Capítulo 1, 1.4.

##### **8.1.4 Definición de virajes**

El viraje en un punto de recorrido de paso es el único que se permite en operaciones RNAV en ruta.

##### **8.1.5 Viraje en un punto de recorrido de paso**

###### **8.1.5.1 Generalidades**

Con respecto a la protección de virajes y evaluación de obstáculos, véase la Sección 2, Capítulo 2, 2.3, “Método de espiral de viento/círculos limitadores”.

### **8.1.6 Altitudes mínimas**

Véase la Parte II, Sección 3, Capítulo 1.



**Sección 4**  
**GARANTÍA DE CALIDAD**

*(En preparación)*



**Sección 5**  
**PUBLICACIÓN**



# Capítulo 1

## PUBLICACIÓN Y CARTAS — GENERALIDADES

### 1.1 INTRODUCCIÓN

Los criterios generales de la Parte I, Sección 3, Capítulo 5, “Información publicada para procedimientos de salida”, y de la Parte I, Sección 4, Capítulo 9, “Cartas/AIP”, se aplican con las enmiendas de este capítulo. Véase el Capítulo 2 para los requisitos de publicación específicos de la base de datos aeronáuticos.

### 1.2 NOTIFICACIÓN DE DIFERENCIAS EN LAS AIP

La protección de obstáculos para los procedimientos RNAV se funda, en la mayoría de los casos, en una derrota de vuelo. Esta derrota se determina según varios parámetros que incluyen, entre otros, lugar y tipo de los puntos de recorrido, ángulo de trayectoria vertical, velocidad máxima, altitud mínima, ángulo de inclinación lateral mínimo y la terminación de trayectoria asociada con cada tramo de procedimiento. Si alguno de estos parámetros difiere de las normas, métodos recomendados y procedimientos de la OACI, debería especificarse como genérico en todos los procedimientos RNAV, con un texto claro en la sección GEN de las AIP (véase el Anexo 15, Apéndice 1, Parte 1, GEN 1.7).

### 1.3 SALIDAS Y LLEGADAS RNAV

1.3.1 *Títulos de las cartas.* Las cartas llevarán títulos de acuerdo con el Anexo 4, 2.2. La especificación de navegación requerida para todo procedimiento publicado se publicará en las AIP de los Estados, ya sea en la carta o en la sección ENR 1.5.

#### 1.3.2 Identificación de las cartas

1.3.2.1 Las cartas se identificarán de acuerdo con el Anexo 4, 9.5 (para salidas) y 10.5 (para llegadas), e incluirán el término RNAV.

1.3.2.2 En la carta debería incluirse un identificador único para ese aeródromo que podría contener la referencia a una pista, a un punto de referencia o a una ayuda para la navegación aérea.

#### 1.3.3 Designación de rutas

1.3.3.1 Cada ruta se asignará a un designador único para el aeródromo de que se trate. El designador se identificará de acuerdo con el Anexo 11, Apéndice 3. Además, las cuatro primeras letras de cualquier 5LNC que se empleen en un designador de ruta serán únicas para el aeródromo en cuestión.

*Nota 1.— Las bases de datos de navegación de a bordo emplean un máximo de seis caracteres para identificar una ruta. Si el designador de ruta codificado tiene más de seis caracteres, el quinto no se codifica en las bases de datos de navegación.*

*Nota 2.— El designador de ruta codificado puede representarse en la carta junto a la ruta, en la vista en planta.*

1.3.3.2 Deberían publicarse cartas por separado sólo si las rutas difieren lateral o verticalmente. Cuando por motivos operacionales sea necesario, pueden publicarse cartas por separado para cada sensor o para cada combinación de ellos.

1.3.4 *Notas en las cartas.* Los requisitos relativos a la RNAV que atañen al equipo, la operación o la funcionalidad de navegación se representarán en la carta a modo de nota.

Por ejemplo:

“Se requiere GNSS” o “Se requiere GNSS o DME/DME/IRU”

o:

“Se requiere BATEL 1L RF” o “Se requiere RF”.

*Nota.— Los textos largos pueden mostrarse al reverso de la carta.*

### 1.3.5 Representación

Cualquier requisito RF se indicará en la carta con una nota. La nota puede incluirse en la carta con el tramo al que se aplique o como una nota específica haciendo referencia al tramo de que se trate. Si el RF es un requisito común dentro de una carta dada, debería utilizarse una nota general como se indica en 1.3.4.

## 1.4 APROXIMACIÓN RNAV

1.4.1 *Títulos de las cartas.* Las cartas llevarán títulos de acuerdo con el Anexo 4, 2.2.

### 1.4.2 Identificación de las cartas

1.4.2.1 Las cartas se identificarán de acuerdo con el Anexo 4, 11.6, e incluirán el término RNAV.

1.4.2.2 Las cartas de aproximación RNP en las que se representen procedimientos que se ajusten a los criterios de especificación de navegación RNP APCH contendrán el término RNAV<sub>(GNSS)</sub> en la identificación.

*Nota.— Los requisitos de representación cartográfica para los procedimientos RNP que se ajustan a las especificaciones de navegación RNP AR APCH figuran en el Manual de diseño de procedimientos de performance de navegación requerida con autorización obligatoria (RNP AR) (Doc 9905).*

1.4.2.3 Otros procedimientos de aproximación RNAV incluirán, en la identificación y entre paréntesis, la ayuda o sensor de radionavegación en los que se basa el procedimiento de aproximación.

1.4.2.4 En la identificación de la carta se incluirá la identificación de la pista para aterrizaje en línea recta o un designador en letras (a, b, c, etc.) para la aproximación en circuito (véase la Parte I, Sección 4, Capítulo 9).

1.4.2.5 Cuando haya más de una aproximación RNAV (independientemente de la especificación de la navegación o del tipo de sensor) para la misma pista, se aplicarán los criterios relativos a la doble identificación de procedimientos que se definen en la Parte I, Sección 4, Capítulo 9. Cuando una aproximación RNAV se combine con otra en la misma carta, se aplicarán los criterios múltiples que se definen en la Parte I, Sección 4, Capítulo 9.

*Nota.— El texto en paréntesis que es parte de la identificación del procedimiento no forma parte de la autorización ATC.*

1.4.3 *Notas en las cartas.* Los requisitos relativos a la RNAV que atañen al equipo, la operación o la funcionalidad de navegación se representarán en la carta a modo de nota.

Por ejemplo:

“Se requiere doble GNSS,” o “Se requiere IRU”

o

“Se requiere RF”.

#### 1.4.4 Representación

1.4.4.1 Cualquier requisito RF se indicará en la carta con una nota. La nota puede incluirse en la carta con el tramo al que se aplique o como una nota de procedimientos con referencia al tramo correspondiente. Si el RF es un requisito común dentro de una carta dada, debería utilizarse una nota general de procedimientos como se indica en 1.4.3.

1.4.4.2 En la carta, deben representarse con una nota los diferentes niveles RNP requeridos sobre distintos trayectos del tramo inicial. La nota requerida puede colocarse en la carta con el trayecto al que se aplique, o como una nota de procedimientos con referencia al trayecto de que se trate. Si se aplica el mismo valor RNP a todos los tramos iniciales e intermedios, se debería utilizar una nota general de procedimientos como se indica en 1.4.3.

#### 1.4.5 Mínimos

Los mínimos para los procedimientos de aproximación RNAV se identificarán en la carta como sigue:

- a) para procedimientos de aproximación que no son de precisión: “LNAV”; y
- b) para procedimientos de aproximación con guía vertical (APV):
  - 1) para el nivel de actuación LNAV/VNAV del SBAS y baro-VNAV: “LNAV/VNAV”; y
  - 2) para el nivel de actuación APV-I/II del SBAS: “LPV”.

### 1.5 DESCRIPCIÓN FORMAL DEL PROCEDIMIENTO EN FORMA DE TEXTO O TABLA

1.5.1 *Generalidades.* Una descripción precisa, completa y sin ambigüedades del procedimiento RNAV es un requisito esencial para la codificación de la base de datos. Esto se logra mediante la combinación de una carta apropiada y una descripción adicional del procedimiento en forma de texto o tabla, que usará el codificador de la base de datos. Cuando se hayan aplicado hipótesis normalizadas al diseño de procedimientos en aspectos tales como velocidad y ángulo de inclinación lateral, no es necesario incluir estos parámetros particulares en cada descripción de procedimiento.

1.5.2 Un procedimiento RNAV se determina por uno o varios puntos de recorrido, cada uno de ellos determinado por un nombre, una terminación de trayectoria y un conjunto de limitaciones.

1.5.3 La descripción del procedimiento en forma de texto o tabla para la codificación de la base de datos de navegación incorporará todos los elementos de datos especificados en el Capítulo 2 y se publicarán en el reverso de

la carta apropiada o como una hoja separada con las correspondientes referencias (véase el Anexo 4, 9.9.4.3, 10.9.4.3 y 11.10.9). En los párrafos que siguen figuran tres ejemplos (los métodos de descripción formal, abreviada y en tabla; el método de descripción en tabla se presenta en la Tabla III-5-1-2).

1.5.4 *Descripción formal.* En la descripción formal se aplican los siguientes principios:

*(Punto de recorrido)* (subrayado) indica sobrevuelo.

*(Punto de recorrido)* (no subrayado) indica vuelo por o punto de recorrido RF que sea apropiado.

*Hasta (Punto de recorrido)* indica una terminación de trayectoria TF.

*Hasta (Punto de recorrido) en rumbo XXX°* indica una terminación de trayectoria CF.

*Directo hasta (Punto de recorrido)* indica una terminación de trayectoria TF.

*(Punto de recorrido) {R, NN.N, LatLong}* indica una terminación de trayectoria RF, el radio y el centro de un viraje de radio fijo en un espacio aéreo terminal.

*Ascenso en derrota XXX°, a o por encima de yyy pies virar a la derecha/izquierda* indica una terminación de trayectoria CA.

*Desde (Punto de recorrido) hasta XXXX pies en derrota XXX°* indica una terminación de trayectoria FA.

*Ascenso con rumbo de la aeronave XXX°, a o por encima de yyy pies virar a la izquierda/derecha* indica una terminación de trayectoria VA.

*Desde (Punto de recorrido) hasta XXXX pies con rumbo de la aeronave XXX°* indica una terminación de trayectoria VA.

*Continuar con rumbo de la aeronave XXX°* indica una terminación de trayectoria VM.

*Continuar en derrota XXX°* indica una terminación de trayectoria FM.

*(Punto de recorrido) {HM, dirección de viraje, derrota de acercamiento, distancia/tiempo de tramo}* indica una terminación de trayectoria HM.

El método de descripción formal se ilustra en la Tabla III-5-5-1.

### 1.5.5 Descripción abreviada

1.5.5.1 Se puede abreviar la descripción poniendo las limitaciones del tramo (velocidad, derrota y altitud) entre corchetes. Si estas limitaciones no están precedidas por el nombre de un punto de recorrido, se volará por la última derrota calculada hasta que se llega a la limitación.

1.5.5.2 Cada limitación se codifica en el formato UNNNNNCD, donde:

U puede ser una de las siguientes letras:

A para altitud en pies AMSL

F para nivel de vuelo



K para la velocidad aerodinámica en nudos

M para grados magnéticos

T para grados verdaderos

NNNN es un número desde 000 al 99999

C puede ser uno de los siguientes:

“+” para ‘a o por encima de’

“–” para ‘a o por debajo de’

un espacio en blanco para ‘a’

D se usa para indicar la dirección de un viraje en transiciones condicionales y de sobrevuelo:

L para ‘viraje a la izquierda’

R para ‘viraje a la derecha’

Las limitaciones múltiples deben separarse por un punto y coma (;).

1.5.5.3 Cada uno de los puntos de recorrido de un procedimiento, junto con sus correspondientes limitaciones, deberían ir separados por un guión (-), salvo cuando el tramo subsiguiente requiere una terminación de trayectoria DF en que debería usarse una flecha (→).

1.5.5.4 Los métodos de descripción formal y de descripción abreviada se ilustran en la Tabla III-5-1-1.

## 1.6 DENOMINACIÓN DE PUNTOS DE RECORRIDO

*Aplicable a partir del 19 de noviembre de 2009*

1.6.1 Los puntos de recorrido que se emplean para apoyar procedimientos RNAV SID, STAR y de aproximación por instrumentos se designarán mediante un “nombre-clave” único de cinco letras y fácil de pronunciar o un nombre-clave de cinco caracteres alfanuméricos. Se aplican los siguientes principios:

- a) los puntos de recorrido se designarán mediante un nombre-clave de cinco caracteres alfanuméricos, sólo si se utilizan para puntos de recorrido únicos de un aeródromo al que se le haya asignado adecuadamente un indicador de lugar de cuatro letras (de conformidad con el Doc 7910);
- b) en los casos siguientes se aplicará, de conformidad con el Anexo 11, un “nombre-clave” único de cinco letras y fácil de pronunciar:
  - 1) para un punto de recorrido final de una SID;
  - 2) para un punto de recorrido inicial de una STAR;
  - 3) para puntos de recorrido comunes a más de un área de control terminal o que se empleen en un procedimiento común a más de un aeropuerto y que no se utilicen para la fase en ruta; y
  - 4) para puntos de recorrido con fines ATC.

1.6.2 Los criterios siguientes se aplican cuando se utilicen nombres-clave alfanuméricos de cinco caracteres:

- a) la convención relativa al nombre-clave alfanumérico de cinco caracteres que se adopte se aplicará a todos los aeródromos dentro de un Estado;
- b) el nombre-clave alfanumérico de cinco caracteres debería consistir de no más de tres números, tomando los caracteres alfabéticos del designador del aeropuerto;
- c) la convención y las reglas de aplicación se publicarán en la AIP del Estado;
- d) el nombre-clave de cinco caracteres alfanuméricos será único dentro del área terminal en que se emplee;
- e) puesto que no puede garantizarse unicidad mundial, todos los puntos de recorrido que tengan un identificador de nombre-clave alfanumérico de cinco caracteres deberían detallarse claramente en la AIP como puntos de recorrido terminales; y
- f) como no puede garantizarse la unicidad mundial para puntos de recorrido que contengan nombres-clave alfanuméricos de cinco caracteres, y a fin de evitar cualquier posible elección incorrecta por parte del piloto, ATC no debería utilizar puntos de recorrido designados por medio de nombres-claves alfanuméricos de cinco caracteres en ningún cambio de ruta desde la estructura en ruta hacia un procedimiento terminal.

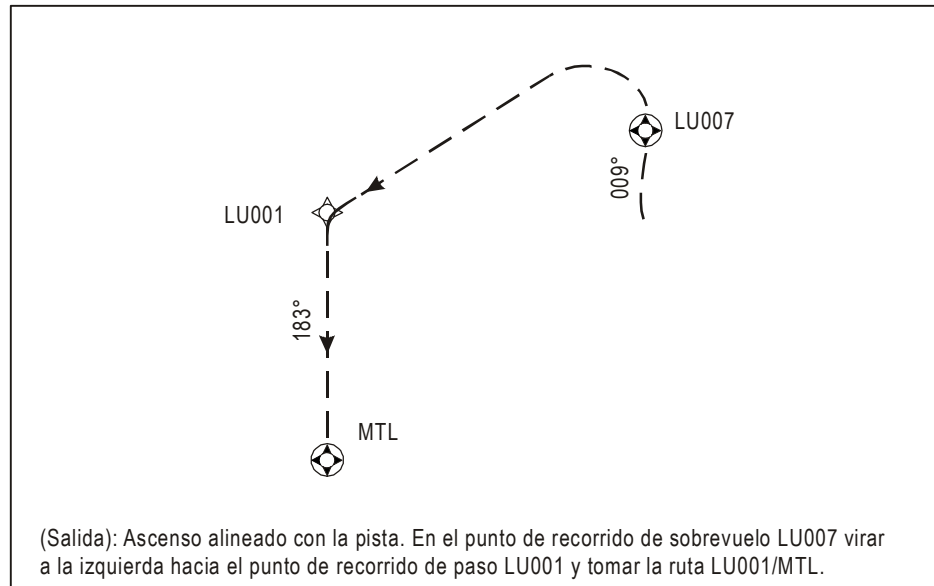
**Tabla III-5-1-1. Ilustración de los métodos de descripción formal y abreviada**

<i>Descripción formal</i>	<i>Descripción abreviada</i>	<i>Terminación de trayectoria prevista</i>	<i>Sobrevuelo requerido</i>
Ascenso en derrota 047°M, a o por encima de 800 ft viraje a la derecha	[M047, A800+, R]	CA	N
Ascenso con rumbo de la aeronave 047°M, a o por encima de 800 ft viraje a la derecha	[HDG M047, A800+, R]	VA	N
Directo a ARDAG a 3 000 ft	→ARDAG[A3000 ]	DF	N
Hasta <u>PF035</u> a o por debajo de 2 000 ft	PF035[A2000-]	TF	S
Hasta PF025 a o por debajo de 4 000 ft, continuar con rumbo de la aeronave 265°M y esperar vectores radar	PF025[A4000], [HDG, M265]	TF, VM o FM	N
Hasta OTR en rumbo 090°M a 210 kt	OTR[M090; K210 ]	CF	N
Hasta <u>DF006</u> a 2 000 ft como mínimo, 4 000 ft como máximo, velocidad mínima 210 kt	DF006[A2000+; A4000-; K210+]	TF	S
Hasta PD750 a 250 kt, viraje a la derecha con radio de 3,7 NM hasta PD751	PD750[K250 ]-PD751[R, 3.7, 0543451.2N 0021234.7E]	TF, RF	N, N
Hasta <u>STO</u> en o por encima de FL 100, viraje a la izquierda directo a WW039 en o por encima de FL 070, hasta WW038 a o por encima de 5 000 ft	STO[F100+; L]→WW039[F070+]-WW038[A5000+]	TF, DF, TF	S, N, N

Tabla III-5-1-2. Ilustración del método de descripción en tabla

<i>Descriptor de trayectoria</i>	<i>Identificador de puntos de referencia (Nombre de punto de recorrido)</i>	<i>Sobrevuelo</i>	<i>Rumbo ° M (° T)</i>	<i>Dirección de viraje</i>	<i>Altitud</i>	<i>Límite de velocidad</i>	<i>Variación magnética</i>	<i>Ángulo vertical</i>	<i>Performance de navegación</i>
CA		—	201 (203,3)	—	400	—	–2,3	—	RNP 1
DF	FOKSI	—	—	R	—	—	—	—	RNP 1
TF	PF213	S	345 (346,8)	—	+5000	—	—	—	RNP 1
CF	TARTO	—	254 (256,1)	—	+FL100	250	–2,3	—	RNP 4

<i>Descriptor de trayectoria</i>	<i>Identificador de puntos de referencia (Nombre de punto de recorrido)</i>	<i>Sobrevuelo</i>	<i>Rumbo ° M (° T)</i>	<i>Dirección de viraje</i>	<i>Altitud</i>	<i>Límite de velocidad</i>	<i>Variación magnética</i>	<i>Ángulo vertical/ altura de franqueamiento del umbral</i>	<i>Performance de navegación</i>
IF	SUSER	—	—	—	+5 000	250	—	—	RNP 1
TF	CV023	—	258 (256,0)	—	4 000	—	—	—	RNP 0,3
TF	CV024	—	348 (345,8)	—	2 680	150	—	—	RNP 0,3
TF	RW35L	S	348 (345,8)	—	370	—	—	–3,0/50	RNP 0,3
FA	RW35L	—	348 (345,8)	—	+770	—	+2,2	—	RNP 0,3
DF	SUSER	S	—	L	+5 000	—	—	—	RNP 1

**Figura III-5-1-1. Texto descriptivo**

## Capítulo 2

### REQUISITOS DE PUBLICACIÓN DE LA BASE DE DATOS AERONÁUTICOS

2.1 Para los procedimientos de salida normalizada por instrumentos (SID) RNAV los datos que siguen se publicarán en forma de tabla o texto descriptivo formal en el reverso de la carta o en una hoja separada con las referencias apropiadas (véase el Anexo 4, 9.9.4.3):

- a) designador de procedimiento;
- b) performance de navegación requerida o base para la aprobación aplicable al procedimiento;
- c) descripción sin ambigüedad de la trayectoria y del método de terminación de cada tramo especificado;
- d) nombres, designadores codificados o nombre-clave y coordenadas geográficas en grados, minutos, segundos y décimas de segundo de todos los puntos significativos que determinan la ruta, incluida la anotación en cuanto a si el punto significativo es de paso o de sobrevuelo;
- e) distancia geodésica a la décima de kilómetro o a la décima de milla marina inmediata entre cada punto significativo designado sucesivo;
- f) derrota verdadera a la décima de grado inmediata y derrota magnética al grado inmediato entre cada punto significativo sucesivo;
- g) límite de altitud superior e inferior en un punto significativo a los 50 m o 100 ft/nivel de vuelo más elevados inmediatos, cuando sea aplicable;
- h) límite de velocidad en un punto significativo, expresado en unidades de 10 nudos, cuando sea aplicable;
- i) observaciones; y
- j) datos asociados al procedimiento de espera RNAV, incluidos:
  - 1) identificación de espera (si la hubiera);
  - 2) punto de referencia de espera (ayuda para la navegación aérea) o punto de recorrido con coordenadas geográficas en grados, minutos, segundos y décimas de segundo;
  - 3) derrota verdadera de acercamiento a la décima de grado inmediata y derrota magnética al grado inmediato;
  - 4) velocidad aerodinámica máxima indicada, expresada en unidades de 10 nudos;
  - 5) nivel de espera mínimo y máximo a los 50 m o 100 ft/nivel de vuelo más elevados inmediatos; y
  - 6) tiempo/distancia a la décima de kilómetro o a la décima de milla marina de alejamiento inmediata.

2.2 Para los procedimientos de llegada normalizada por instrumentos (STAR) RNAV los datos que siguen se publicarán en forma de tabla o de texto descriptivo formal, en el reverso de la carta o en una hoja separada con las referencias apropiadas (véase el Anexo 4, 10.9.4.3):

- a) designador de procedimiento;
- b) performance de navegación requerida o base para la aprobación aplicable al procedimiento;
- c) descripción sin ambigüedad de la trayectoria y del método de terminación de cada tramo especificado;
- d) nombres, designadores codificados o nombre-clave y coordenadas geográficas en grados, minutos, segundos y décimas de segundo de todos los puntos significativos que determinan la ruta, incluida la anotación en cuanto a si el punto significativo es de paso o de sobrevuelo;
- e) distancia geodésica a la décima de kilómetro o a la décima de milla marina inmediata entre cada punto significativo designado sucesivo;
- f) derrota verdadera a la décima de grado inmediata y derrota magnética al grado inmediato entre cada punto significativo sucesivo;
- g) límite de altitud superior e inferior en un punto significativo a los 50 m o 100 ft/nivel de vuelo más elevados inmediatos, cuando sea aplicable;
- h) límite de velocidad en un punto significativo, expresado en unidades de 10 nudos, cuando sea aplicable;
- i) ángulo de trayectoria vertical a la centésima de grado inmediata, cuando sea aplicable;
- j) observaciones; y
- k) datos asociados al procedimiento de espera RNAV, incluidos:
  - 1) identificación de espera (si la hubiera);
  - 2) punto de referencia de espera (ayuda para la navegación aérea) o punto de recorrido con coordenadas geográficas en grados, minutos, segundos y décimas de segundo;
  - 3) derrota verdadera de acercamiento a la décima de grado inmediata y derrota magnética al grado inmediato;
  - 4) velocidad aerodinámica máxima indicada, expresada en unidades de 10 nudos;
  - 5) nivel de espera mínimo y máximo a los 50 m o 100 ft/nivel de vuelo más elevados inmediatos; y
  - 6) tiempo/distancia a la décima de kilómetro o a la décima de milla marina de alejamiento inmediata.

2.3 Para los procedimientos de aproximación por instrumentos RNAV, los datos que siguen se publicarán en forma de tabla o de texto descriptivo formal en el reverso de la carta o en una hoja separada con las referencias apropiadas (véase el Anexo 4, 11.10.9):

- a) designador de procedimiento;
- b) performance de navegación requerida o base para la aprobación aplicable al procedimiento;
- c) descripción sin ambigüedad de la trayectoria y del método de terminación de cada tramo especificado;

- d) nombres, designadores codificados o nombre-clave y coordenadas geográficas en grados, minutos, segundos y décimas de segundo de todos los puntos significativos que determinan la ruta, incluida la anotación en cuanto a si el punto significativo es de paso o de sobrevuelo;
- e) distancia geodésica a la décima de kilómetro o a la décima de milla marina inmediata entre cada punto significativo designado sucesivo;
- f) derrota verdadera a la décima de grado inmediata y derrota magnética al grado inmediato entre cada punto significativo sucesivo;
- g) límite de altitud superior e inferior en un punto significativo a los 50 m o 100 ft/nivel de vuelo más elevados inmediatos, cuando sea aplicable;
- h) límite de velocidad en un punto significativo, expresado en unidades de 10 nudos, cuando sea aplicable;
- i) ángulo de trayectoria vertical de aproximación final a la centésima de grado inmediata;
- j) altura de franqueamiento del umbral al pie inmediato, cuando sea aplicable;
- k) observaciones; y
- l) datos asociados al procedimiento de espera RNAV, incluidos:
  - 1) identificación de espera (si la hubiera);
  - 2) punto de referencia de espera (ayuda para la navegación aérea) o punto de recorrido con coordenadas geográficas en grados, minutos, segundos y décimas de segundo;
  - 3) derrota verdadera de acercamiento a la décima de grado inmediata y derrota magnética al grado inmediato;
  - 4) dirección del viraje del procedimiento;
  - 5) velocidad aerodinámica máxima indicada, expresada en unidades de 10 nudos;
  - 6) nivel de espera mínimo y máximo a los 50 m o 100 ft/nivel de vuelo más elevados inmediatos; y
  - 7) tiempo/distancia a la décima de kilómetro o a la décima de milla marina de alejamiento inmediata.





**Procedimientos para los  
servicios de navegación aérea**

**OPERACIÓN DE AERONAVES**

**Parte IV**

**HELICÓPTEROS**



## Capítulo 1

# PROCEDIMIENTOS DE APROXIMACIÓN A UN PUNTO EN EL ESPACIO (PinS) CON NAVEGACIÓN DE ÁREA (RNAV) PARA HELICÓPTEROS QUE UTILIZAN RECEPTORES DEL GNSS BÁSICO

### 1.1 GENERALIDADES

1.1.1 Los criterios generales de la Parte I, Sección 4, así como los de la Parte III, Sección 2, Capítulo 2, ampliados y modificados por los criterios de este capítulo se aplican a los procedimientos de aproximación con navegación de área (RNAV) para receptores del GNSS básico. Los procedimientos por instrumentos mencionados, podrán elaborarse para su aplicación a helicópteros. La finalidad es diseñar los procedimientos especificados mediante las mismas técnicas y métodos convencionales que corresponden a las categorías de aeronaves explicadas en otras partes de este documento.

1.1.2 *Parámetros específicos de helicópteros.* En este capítulo se especifican parámetros tales como velocidad aerodinámica y pendientes de ascenso y descenso, para utilizarlos de forma exclusiva en el diseño de procedimientos para helicópteros. Las tolerancias del punto fijo y las anchuras de área se especifican en la Parte III, Sección 1, Capítulo 2, “Procedimientos RNAV con GNSS básico”. Estas especificaciones se han definido de conformidad con las características de performance de los helicópteros y los requisitos operacionales para realizar el procedimiento.

1.1.3 *Velocidades de aproximación.* Cuando el helicóptero alcanza la altitud/altura de franqueamiento de obstáculos (OCA/H), debe contar con una distancia suficiente para desacelerar y efectuar la transición a vuelo por referencia visual. Cuanto más elevada sea la velocidad de aproximación en el tramo final, mayor será la distancia de desaceleración requerida. En este capítulo se proporcionan criterios para tener en cuenta los helicópteros que vuelan en los tramos de aproximación final y de aproximación frustrada a velocidades que no exceden de 90 KIAS y aquellos que vuelan en los tramos de aproximación final y aproximación frustrada a velocidades que no exceden de 70 KIAS. La limitación de velocidad aerodinámica en aproximación frustrada se aplica hasta que el helicóptero se establece en el rumbo de acercamiento al punto de recorrido de espera en aproximación frustrada o al límite de autorización.

1.1.4 *Áreas secundarias.* Se aplican los criterios generales para áreas secundarias con las modificaciones y ampliaciones que figuran en este capítulo.

1.1.5 *Certificación/aprobación operacional.* Las aeronaves equipadas con receptores del GNSS básico que se describen en la Parte III, Sección 1, Capítulo 2, que han sido certificados por la autoridad nacional del explotador con respecto a operaciones RNP APCH, podrán utilizar estos sistemas para efectuar aproximaciones.

### 1.2 PRECISIÓN DEL SISTEMA RNAV GNSS

Se aplican los criterios de la Parte III, Sección 1, Capítulo 2, con las modificaciones y ampliaciones que figuran en este capítulo.

### 1.3 RUTAS DE LLEGADA

1.3.1 Se aplican las disposiciones de la Parte III, Sección 3, Capítulo 2.

1.3.2 *Altitud mínima de sector/altitud de llegada a terminal.* Con respecto a la altitud mínima del sector, se aplican las disposiciones de la Parte I, Sección 4, Capítulo 8, salvo que no se establecerá más que un solo sector omnidireccional. El sector estará centrado en el PRP/MAPt. El PRP/MAPt debe incluirse en la base de datos como punto de referencia que tiene la misma finalidad que el ARP en las aproximaciones a aeródromos. Con respecto a la altitud de llegada a terminal, se aplican las disposiciones de la Parte III, Sección 2, Capítulo 4.

## 1.4 CRITERIOS RELATIVOS AL ÁREA TERMINAL

1.4.1 *Configuración de aproximación.* La configuración de aproximación T/Y básica aporta flexibilidad y normalización al diseño de procedimientos y, en consecuencia, debería considerarse como la primera opción para el diseño del procedimiento.

1.4.2 *Espera.* En los circuitos de espera, la derrota especificada para el tramo de acercamiento debería ser la misma que la derrota del tramo inicial si el punto de referencia en espera es el IAF, o el tramo intermedio si el punto de referencia de espera es el IF. La derrota para el tramo de acercamiento no debería diferir de la derrota inicial o de la derrota intermedia, según corresponda, en más de 30°.

1.4.3 Los tramos inicial e intermedio tienen longitudes mínimas para permitir una distancia de viraje/distancia mínima de estabilización (MSD). La longitud del componente de viraje es la distancia mínima de estabilización para el ángulo de viraje en el IAF, y el IF puede determinarse con las fórmulas que figuran en la Parte III, Sección 2, Capítulo 1.

1.4.4 El límite exterior de las áreas de viraje se diseña utilizando una espiral de viento o un círculo delimitador obtenidos al aplicar un viento de cualquier dirección a la trayectoria de vuelo ideal. En el borde exterior del viraje, y después del viraje en el caso de un aterrizaje demasiado largo, se construyen espirales de viento a partir de los límites del área primaria, basándose en los parámetros de la Parte I, Sección 4, Capítulo 3, 3.6.2 a) hasta g), y a una distancia igual a:  $\{\min [r, r \tan (\alpha / 2)] - \text{ATT} - d(s)\}$  antes del punto de recorrido. Además, para proteger la aeronave dentro de la gama de velocidades requerida, el límite exterior del área primaria se extiende como se ilustra en la Figura IV-1-1, y se aplica un área secundaria constante durante el viraje.

## 1.5 TRAMO DE APROXIMACIÓN INICIAL

1.5.1 El tramo de aproximación inicial comienza en el IAF y termina en el IF.

1.5.2 *Alineación.* La derrota inicial no diferirá de la derrota del tramo intermedio en más de 120°.

1.5.3 *Área.* Véanse en la Figura IV-1-1 las áreas de los tramos de aproximación inicial, intermedia y final. También, véase la Parte III, Sección 3, Capítulo 3, Figura III-3-3-2.

1.5.3.1 *Longitud.* El tramo de aproximación inicial no debería exceder de 18,52 km (10,00 NM), salvo que debido a los requisitos operacionales sea necesario un tramo más largo. El IAF debe construirse dentro de una distancia de 46,30 km (25,00 NM) del PRP. La longitud mínima está determinada por la magnitud del viraje requerido en el IAF. El tramo de aproximación inicial está diseñado para helicópteros que ejecutan el procedimiento a velocidades de hasta 220 km/h (120 KIAS). Cuando lo exija un requisito operacional, el tramo puede diseñarse para una velocidad aerodinámica que no exceda de 165 km/h (90 KIAS), en cuyo caso se anotará en la planilla de aproximación “Velocidad limitada a 165 km/h (90 KIAS)”.

1.5.3.2 *Anchura del área.* Véase la Parte III, Sección 1, Capítulo 2, Tablas III-1-2-9 y III-1-2-10.

1.5.4 *Franqueamiento de obstáculos.* El área considerada para franqueamiento de obstáculos se extiende desde el IAF anterior hasta la posición nominal del IF. Se aplican los criterios generales relativos a franqueamiento de

obstáculos que figuran en la Parte I, Sección 4, Capítulo 3, 3.3.4. El margen de franqueamiento de obstáculos requerido para el área primaria es de 300 m (1 000 ft), reduciéndose gradualmente hasta cero desde el borde del área primaria hasta el borde exterior del área secundaria.

1.5.5 *Pendiente de descenso.* La pendiente de descenso óptima es del 6,5%. Cuando se requiera una pendiente de descenso más pronunciada, la pendiente máxima recomendada será del 10%; sin embargo, cuando así lo exijan las operaciones, podrá autorizarse una pendiente de hasta 13,2% siempre que la velocidad esté restringida a un máximo de 165 km/h IAS (90 kt IAS) y siempre que la pendiente autorizada quede representada en las cartas de aproximación.

## 1.6 TRAMO DE APROXIMACIÓN INTERMEDIA

1.6.1 El tramo de aproximación intermedia comienza en el IF y termina en el FAF. Se recomienda un punto de recorrido de paso en el IF, salvo que el uso de un punto de recorrido de sobrevuelo sea imperativo desde el punto de vista operacional.

*Nota.— El FAF siempre se define mediante un punto de recorrido de paso, incluso en ausencia de viraje en el FAF.*

1.6.2 *Alineación.* El tramo de aproximación intermedia debería alinearse con el tramo de aproximación final. Si fuera preciso realizar un viraje en el FAF, no debería exceder de 60°.

1.6.3 *Área.* Véase la Parte III, Sección 3, Capítulo 3, Figura III-3-3-2, Tramos intermedio y final.

1.6.3.1 *Longitud.* La longitud óptima es de 5,56 km (3,00 NM). No debería ser inferior a 3,70 km (2,00 NM), ni exceder de 18,52 km (10,00 NM). La longitud mínima depende de la magnitud del viraje requerido en el IF. El tramo de aproximación intermedia está diseñado para helicópteros que ejecutan el procedimiento a velocidades de hasta 220 km/h (120 KIAS). Cuando lo imponga un requisito operacional, el tramo podrá diseñarse para una velocidad aerodinámica que no exceda de 165 km/h (90 KIAS), en cuyo caso se anotará en la planilla de aproximación “Velocidad limitada a 165 km/h (90 KIAS)”.

1.6.3.2 *Anchura.* Véase la Parte III, Sección 1, Capítulo 2, Tablas III-1-2-9 y III-1-2-10.

1.6.4 *Franqueamiento de obstáculos.* El área considerada para el franqueamiento de obstáculos se extiende desde el IF anterior hasta la posición nominal del FAF. Se aplican los criterios generales para franqueamiento de obstáculos que figuran en la Parte I, Sección 4, Capítulo 4, 4.3.2, “Franqueamiento de obstáculos”. El margen de franqueamiento de obstáculos en el área primaria es de 150 m (492 ft), reduciéndose gradualmente hasta cero desde el borde del área primaria hasta el borde exterior del área secundaria.

1.6.5 *Pendiente de descenso.* Como el tramo de aproximación intermedia se utiliza para preparar la velocidad de la aeronave y la configuración de entrada al tramo de aproximación final, este tramo debe ser horizontal. Si se necesitara pendiente de descenso, la pendiente máxima admisible será del 10%. Cuando lo imponga un requisito operacional, podrá autorizarse una pendiente de hasta el 13,2% siempre que la velocidad esté restringida a un máximo de 165 km/h IAS (90 kt IAS) y siempre que la pendiente utilizada esté representada en las cartas de aproximación. La pendiente de descenso debería calcularse de conformidad con la Parte III, Sección 2, Capítulo 3, 3.3.3, “Pendiente de descenso”.

## 1.7 TRAMO DE APROXIMACIÓN FINAL

1.7.1 El tramo de aproximación final comienza en el FAF (de paso) y termina en el MAPt (de sobrevuelo). Todas las aproximaciones se realizarán a un punto en el espacio en el cual el piloto debería tener referencia visual suficiente

para continuar la aproximación y el aterrizaje en el lugar de aterrizaje previsto, o iniciar la maniobra de aproximación frustrada.

1.7.2 *Alineación.* Para las aproximaciones a un punto en el espacio no existen requisitos de alineación en el tramo de aproximación final.

1.7.3 *Área.* Véase la Parte III, Sección 3, Capítulo 3, Figura III-3-3-2.

1.7.3.1 El área considerada para franqueamiento de obstáculos comienza en la posición del FAF anterior y termina en la posición nominal del MAPt.

1.7.3.2 *Longitud.* La longitud óptima es de 5,92 km (3,20 NM). La longitud mínima depende de la magnitud del viraje requerido en el FAF. Normalmente, se diseñan procedimientos para helicópteros que efectúan la aproximación a una velocidad de hasta 130 km/h (70 KIAS). Para casos específicos, en los que la aproximación puede diseñarse para desarrollar velocidades de hasta 165 km/h (90 KIAS), la aproximación frustrada también deberá diseñarse para velocidades de 165 km/h (90 KIAS). La velocidad máxima para los tramos de aproximación final y frustrada debe anotarse claramente en la carta de aproximación.

1.7.3.3 *Anchura.* Véase la Parte III, Sección 1, Capítulo 2, Tablas III-1-2-9 y III-1-2-10.

1.7.4 *Franqueamiento de obstáculos.* El margen mínimo de franqueamiento de obstáculos (MOC) del área primaria es de 75 metros (246 ft), reduciéndose gradualmente hasta cero desde el borde del área primaria hasta el borde exterior del área secundaria.

1.7.5 *Pendiente de descenso.* La pendiente de descenso óptima es del 6,5%. Cuando se necesite una pendiente de descenso más elevada, la máxima recomendada será del 10%. No obstante, en caso de que lo imponga un imperativo operacional, y la magnitud del viraje en el FAF sea de 30° o menos, podrá autorizarse una pendiente de descenso máxima del 13,2%, siempre que la velocidad esté restringida a un máximo de 130 km/h IAS (70 kt IAS) y siempre que la pendiente utilizada se encuentre representada en las cartas de aproximación. La pendiente del tramo final se calcula desde la altitud del FAF en la posición trazada del FAF hasta la OCA/H en la posición trazada del MAPt.

## 1.8 TRAMO DE APROXIMACIÓN FRUSTRADA

1.8.1 *Generalidades.* El tramo de aproximación frustrada comienza en la posición del MAPt (de sobrevuelo) inicial y termina en un punto de espera establecido por un MAHF (de sobrevuelo) o en un límite de franqueamiento. El encaminamiento óptimo es en línea recta hacia una entrada directa a espera en el MAHF.

1.8.2 *Tolerancia longitudinal del MAPt.* La tolerancia longitudinal del MAPt se calculará como se describe en la Parte I, Sección 4, Capítulo 6, 6.1.6.2.1, “Tolerancia del MAPt cuando el MAPt está definido por una instalación de navegación o un punto de referencia”.

1.8.3 *Cálculo del comienzo del ascenso (SOC).* El punto SOC se calculará como se describe en la Parte I, Sección 4, Capítulo 6, 6.1.6.2, “Determinación del SOC con un MAPt definido por un punto de referencia o una instalación de navegación”, salvo que la tolerancia de transición (X) es la distancia que recorre un helicóptero durante 5 segundos de vuelo a 130 km/h (70 KIAS) o 165 km/h (90 KIAS), convertida a TAS.

1.8.4 *Área de aproximación frustrada.* El área de aproximación frustrada comenzará al inicio de la tolerancia longitudinal del MAPt con una anchura igual al área de aproximación final en ese punto. Desde este lugar el área se ensancha 15° a cada lado del rumbo de aproximación frustrada para considerar la disminución de la sensibilidad de presentación del receptor GNSS de  $\pm 0,56$  km (0,30 NM) a  $\pm 1,85$  km (1,00 NM), hasta una anchura total de  $\pm 4,07$  km (2,20 NM). Si el primer punto de recorrido se alcanza antes de alcanzar el área de los  $\pm 4,07$  km (2,20 NM), el ensanchamiento continúa hasta los 4,07 km (2,20 NM). En cuanto a los procedimientos de aproximación frustrada con receptores GNSS que no proporcionan guía continua de derrota después del MAPt, véanse las Figuras IV-1-2 y IV-1-3.

Las aproximaciones frustradas con viraje y con derrota especificada hasta el MAHF deberían restringirse a sistemas que proporcionen guía continua de derrota después del punto de recorrido en aproximación frustrada, y el procedimiento de aproximación debería anotarse claramente. Véase la Figura IV-1-4.

1.8.5 *Aproximación frustrada en línea recta.* Se aplican los criterios para aproximación frustrada en línea recta (véase la Parte I, Sección 4, Capítulo 6, 6.3, “Aproximación frustrada en línea recta”). Además, cabe señalar que se dispone de guía de derrota para la aproximación frustrada mediante la designación de un punto (o puntos) de referencia GNSS.

1.8.6 *Aproximación frustrada con viraje.* Los cálculos de viraje se basan en los parámetros de viraje que se indican en la Parte I, Sección 4, Capítulo 6, 6.4.3. La espiral de viento o el círculo limitador se aplican al límite del área primaria, y el límite exterior del área secundaria se construye aplicando una anchura de área constante. En cuanto a procedimientos de aproximación frustrada con receptores GNSS que no proporcionan guía continua de derrota después del MAPt, véanse las Figuras IV-1-2 y IV-1-3. Las aproximaciones frustradas con viraje y con derrota especificada hasta el MAHF deberían restringirse a sistemas que proporcionen guía continua de derrota después del punto de recorrido en aproximación frustrada, y el procedimiento de aproximación debería anotarse claramente. Véase la Figura IV-1-4.

#### 1.8.6.1 *Parámetros de viraje*

1.8.6.1.1 *Velocidad indicada.* La velocidad para la aproximación frustrada final es de 165 km/h (90 KIAS). Sin embargo, cuando sea necesario por razones operacionales para evitar obstáculos, pueden aplicarse velocidades reducidas de hasta 130 km/h (70 KIAS), siempre que en el procedimiento se anote “**Viraje en aproximación frustrada limitado a 130 km/h (70 KIAS) como máximo**”.

1.8.6.1.2 *Alineación.* La diferencia mayor entre las derrota de acercamiento y la de alejamiento en el MATF es de un máximo de 120°.

1.8.6.1.3 *Longitud.* Cuando lo imponga un requisito operacional para evitar obstáculos, podrá utilizarse un MATF. En este caso, la MSD para el punto de viraje se aplicará después del SOC. La longitud mínima después del viraje se determina mediante la MSD requerida para el tramo de alejamiento. Véase el método que figura en la Parte III, Sección 2, Capítulo 1.

1.8.7 *Pendiente de ascenso.* La pendiente de ascenso nominal para la superficie de aproximación frustrada es del 4,2% (24:1). Podrán considerarse pendientes más pronunciadas mediante una aprobación para la operación cuando lo imponga un requisito operacional. Cuando en la construcción del procedimiento de aproximación frustrada se utiliza una pendiente distinta a la nominal, la pendiente requerida debe anotarse en la carta de aproximación por instrumentos. Además de la OCA/H para la pendiente especificada, debe indicarse también la OCA/H aplicable a la pendiente nominal.

1.8.8 El MOC es de 40 m (130 ft) para virajes de más de 15°. (Véase la Parte I, Sección 4, Capítulo 6).

## 1.9 TRAMO VISUAL

1.9.1 *Generalidades.* El tramo visual conecta el punto en el espacio (PinS) con el lugar de aterrizaje. Éste puede ser un tramo visual directo como se describe a continuación. Esta conexión también puede lograrse por medio de una ruta o maniobrando.

*Nota.— Actualmente se están preparando textos de orientación sobre tramos visuales de maniobra y de ruta.*

1.9.2 *Tramo visual (VS) directo.* El VS directo conecta el PinS con el lugar de aterrizaje; esto puede hacerse de manera directa hacia el lugar de aterrizaje o por medio del punto de descenso, donde puede tener lugar un cambio

limitado de derrota. El VS directo proporciona al piloto que realiza un procedimiento de aproximación por instrumentos PinS un tramo visual para proseguir visualmente desde el MAPt al lugar de aterrizaje.

*Nota.— El “lugar de aterrizaje” es un área de aterrizaje que posee las mismas características físicas que un helipuerto de vuelo visual de conformidad con el Anexo 14, Volumen II. (Ejemplo: el lugar de aterrizaje podría ser un helipuerto de vuelo visual o localizarse en una pista de vuelo visual).*

1.9.2.1 *Generalidades.* Los párrafos siguientes proporcionan una descripción de los componentes del VS directo. Véanse las Figuras IV-1-5 y IV-1-6.

1.9.2.1.1 El lugar de aterrizaje se ajustará a las dimensiones del área de aproximación final y de despegue (FATO) y del área de seguridad operacional (SA) de helipuertos de vuelo visual, que se definen en el Anexo 14, Volumen II.

1.9.2.1.2 La superficie de franqueamiento de obstáculos (OCS) continúa del MAPt al lugar de aterrizaje y es similar a la superficie limitadora de obstáculos (OLS) que se describe en el Anexo 14, Volumen II, y a una superficie de tramo visual (VSS).

1.9.2.1.3 Las tres superficies de identificación de obstáculos (OIS) proporcionan al piloto una advertencia de los obstáculos en las cercanías del lugar de aterrizaje.

1.9.2.1.4 Puede resultar necesario un punto de descenso (DP) definido por la derrota y la distancia al MAPt para identificar el punto en el que la aeronave puede descender por debajo de la OCA e iniciar un descenso visual hasta el lugar de aterrizaje.

1.9.2.1.5 El ángulo de descenso del tramo visual (VSDA) es el ángulo formado en el MAPt o en el DP entre la MDA y el HRP del lugar de aterrizaje a la altura HCH.

1.9.2.2 *Superficie de franqueamiento de obstáculos (OCS) y superficie de identificación de obstáculos (OIS).*

1.9.2.2.1 *Alineación, pendiente, anchura de la base en el origen y dimensiones laterales de la OCS.* La OCS se alinea simétricamente sobre el rumbo entre el HRP y el MAPt. Si se establece un DP con un cambio de derrota en este punto (DP), la OCS se alinea simétricamente sobre el rumbo entre el HRP y el DP. Véanse las Figuras IV-1-7, IV-1-8 y IV-1-9.

1.9.2.2.1.1 La OCS se origina en el borde externo del área SA del lugar de aterrizaje.

1.9.2.2.1.2 La anchura de la OCS en su origen es igual a la anchura de la SA.

1.9.2.2.1.3 Los bordes externos se extienden a partir de sus orígenes en el borde de la SA, simétricamente alrededor de la dirección del eje de la OCS, hasta alcanzar una anchura máxima total de 120 m, en cuyo punto los bordes externos quedan paralelos al eje de la OCS. Para el suministro de operaciones diurnas exclusivamente, la abertura es de 10%. Para operaciones nocturnas, el ángulo de abertura aumenta a 15%.

1.9.2.2.1.4 La elevación del origen de la OCS es igual a la elevación del lugar de aterrizaje.

1.9.2.2.1.5 La OCS se inclina en forma ascendente a 12,5% nominal respecto de la elevación del helipuerto hasta el punto donde la superficie alcanza la altitud de la OCA menos el MOC establecido para el tramo de aproximación final (FAS).

*Nota 1.— El cálculo de la dimensión de la SA y los bordes externos de la SA que se utilizan para establecer la anchura de la base en el origen depende de la aeronave y necesita proporcionarse con otra información sobre el lugar de aterrizaje para desarrollar un VS directo para un procedimiento de aproximación por instrumentos PinS para helicópteros.*



*Nota 2.— La pendiente de la OCS de 12,5% nominal concuerda con un ángulo de 8,3° VSDA y la OCS de 1,12° por debajo del VSDA.*

1.9.2.2.2 *Dimensiones laterales internas y externas de una superficie OIS inclinada.* Existen dos áreas OIS inclinadas; una a cada lado de la OCS.

1.9.2.2.2.1 Los bordes interno y externo de la superficie OIS inclinada se originan en el borde externo del origen de la OCS (en el borde externo de la SA).

1.9.2.2.2.2 El borde interno de la OIS se extiende hasta el límite del borde externo de la OCS.

1.9.2.2.2.3 El borde externo de la OIS inclinada se establece al conectar el origen directamente con el borde externo de las áreas primarias en el MAPt/DP.

1.9.2.2.2.4 El origen de la OIS inclinada se establece a la elevación del lugar de aterrizaje.

1.9.2.2.2.5 El borde interno de cada OIS inclinada se eleva en el plano vertical con la misma pendiente que la OCS.

1.9.2.2.2.6 El borde externo de la OIS inclinada se eleva en el plano vertical con la misma pendiente que la OCS.

1.9.2.2.3 *OIS a nivel.* Una OIS a nivel rodea los límites laterales externos de la OIS inclinada.

1.9.2.2.3.1 El borde interno de la OIS a nivel colinda con el borde externo de la OIS inclinada.

1.9.2.2.3.2 El borde externo de la OIS a nivel se origina en cada borde externo del área secundaria FAS y se conecta tangencialmente con un círculo de 750 m (0,40 NM) de radio con centro en el HRP.

1.9.2.2.3.3 La altitud de la OIS a nivel es igual que la de la OCA para un procedimiento de aproximación por instrumentos menos 30 m.

1.9.2.3 *Ángulo de descenso del tramo visual (VSDA).* El VSDA describe la trayectoria nominal de descenso de la aeronave en el tramo visual. El VSDA se deriva de la pendiente de la OCS y es equivalente a la pendiente de la OCS más 1,12°. El VSDA máximo es de 8,3°. El VSDA se origina en el MAPt, o en el DP si está establecido, a la MDA/H, y termina en la HCH por encima del HRP.

1.9.2.4 *Establecimiento y alineación del DP, dimensiones de la OCS y prolongación del FAS.* Si el VSDA alcanza una altitud igual a la OCA en un punto entre la última ATT del MAPt y el HRP, entonces se establece un DP. El rumbo conexo de alineación del DP está entre el HRP y el DP. En tal caso, se requiere una OCS adicional. Esta OCS adicional se establece como superficie a nivel con iguales dimensiones que el área primaria FAS y a la altitud de la OCA menos el MOC; se prolonga más allá del MAPt hasta el DP. La semianchura de esta prolongación de la OCS es igual a la semianchura del área primaria FAS prolongada desde el MAPt hasta un lado del DP.

1.9.2.5 *Franqueamiento de obstáculos.* No penetrarán obstáculos en la OCS del VS directo. Los obstáculos que penetren en la OIS inclinada se documentarán y representarán cartográficamente. Los obstáculos que penetren en la OIS a nivel se documentarán y representarán cartográficamente.

1.9.2.6 *Longitud del tramo visual directo.* Debería seleccionarse la longitud del tramo visual para proporcionar suficientes referencias visuales del MAPt al lugar de aterrizaje, permitiendo también suficiente distancia para desacelerar, descender y aterrizar la aeronave en el lugar de aterrizaje.

1.9.2.6.1 La longitud máxima del tramo visual será de 3,00 km (1,62 NM).

1.9.2.6.2 La longitud óptima del tramo visual depende de la velocidad máxima en el tramo de aproximación final del procedimiento por instrumentos y es la siguiente:

130 km/h (70 KIAS): 1,20 km (0,65 NM)

165 km/h (90 KIAS): 2,00 km (1,08 NM).

1.9.2.6.3 La longitud mínima del tramo visual depende de la velocidad máxima en el tramo de aproximación final del procedimiento por instrumentos y será la siguiente:

130 km/h (70 KIAS): 1,00 km (0,54 NM)

165 km/h (90 KIAS): 1,60 km (0,85 NM).

1.9.2.7 *Cambio de rumbo.* Los cambios de rumbo se permiten en el MAPt o en el DP (si se ha establecido), pero no en ambos. El cambio máximo de rumbo es de 30°.

## 1.10 PROMULGACIÓN

1.10.1 *Identificación del procedimiento.* Para las aproximaciones de helicópteros a un punto en el espacio, el título de la IAC debería incluir el rumbo de aproximación final (tres caracteres numéricos); por ejemplo, RNAV (GNSS) 036. Si la aproximación está restringida a receptores de las Clases B y C, esto deberá incluirse en el título mediante un paréntesis en forma de subíndice, por ejemplo:

RNAV <sub>(GNSS Clases B y C solamente)</sub> 023

El término “CAT H” debería figurar en lugar prominente en la vista en planta, pero no en el título, y los mínimos deberían incluir el término CAT H. Los procedimientos de aproximación a un punto en el espacio no deberán publicarse en la misma carta IAP que la de procedimientos hacia pistas para aviones (CAT A, B, C, D) y helicópteros (CAT H).

*Nota.— El sensor no forma parte de la autorización ATC.*

1.10.2 En el caso de aproximaciones a un punto en el espacio con la anotación “Seguir en vuelo visual desde (MAPt)” el procedimiento puede realizarse en cualquier número de helipuertos. Se introducirá el nombre del helipuerto (los helipuertos), su elevación (sus elevaciones), su marcación (al grado más próximo) y la distancia [a las dos décimas de kilómetro (NM) inmediatas] desde el MAPt hasta el punto de referencia de aeródromo (ARP) correspondiente al helipuerto; por ejemplo, **MCCURTAIN MEMORIAL HOSPITAL, ELEV 693’, 123/3.2.**

1.10.3 *Limitación de velocidad.* La limitación de velocidad debe indicarse claramente en la carta IAP publicada. Por ejemplo: “La velocidad aerodinámica de aproximación final y frustrada no deberá exceder de xx KIAS”.

1.10.4 *Pendiente de descenso.* Cuando lo imponga un requisito operacional, podrá autorizarse una pendiente máxima del 13,2% (800 ft/NM), siempre que la pendiente utilizada se represente en la carta de aproximación.

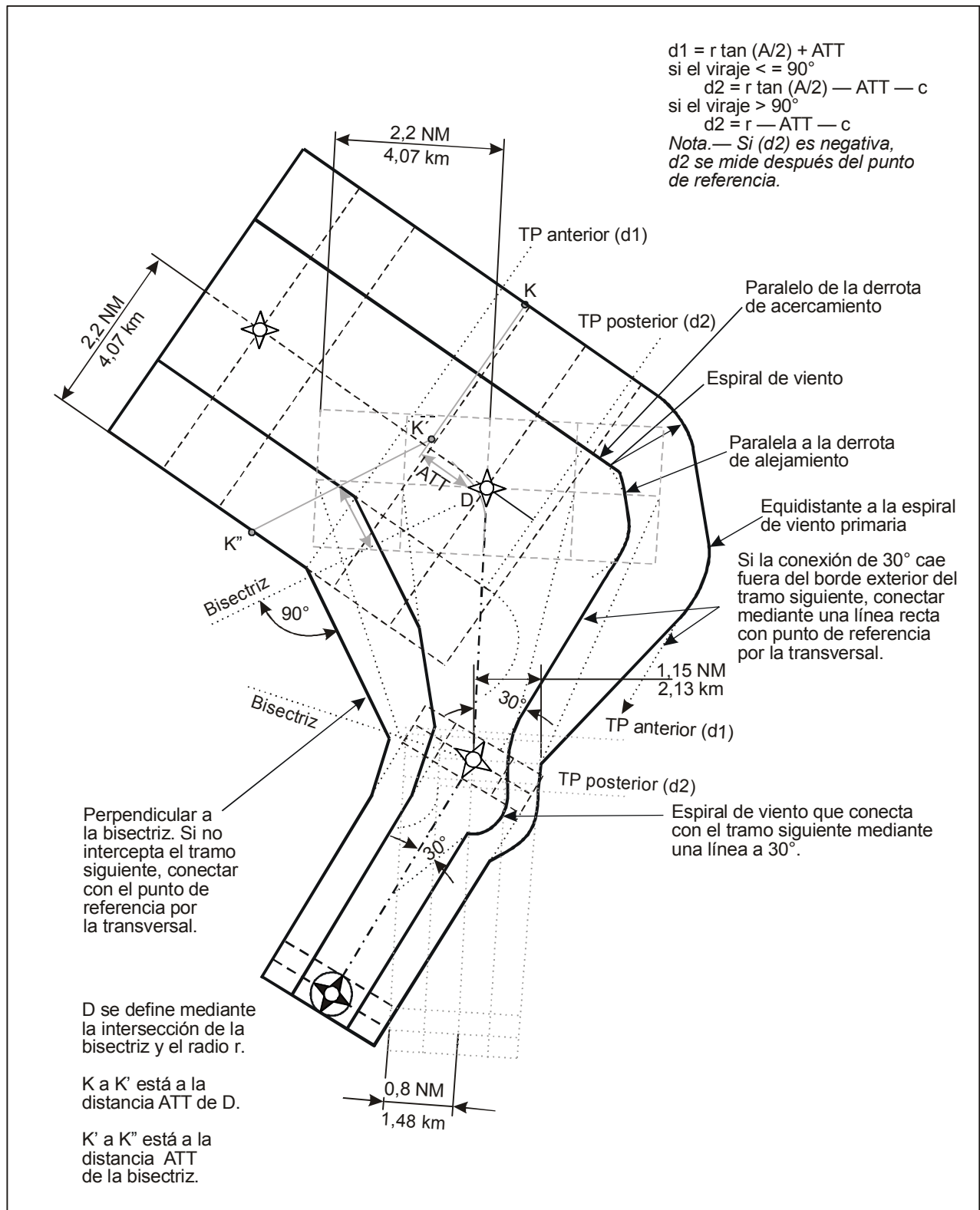
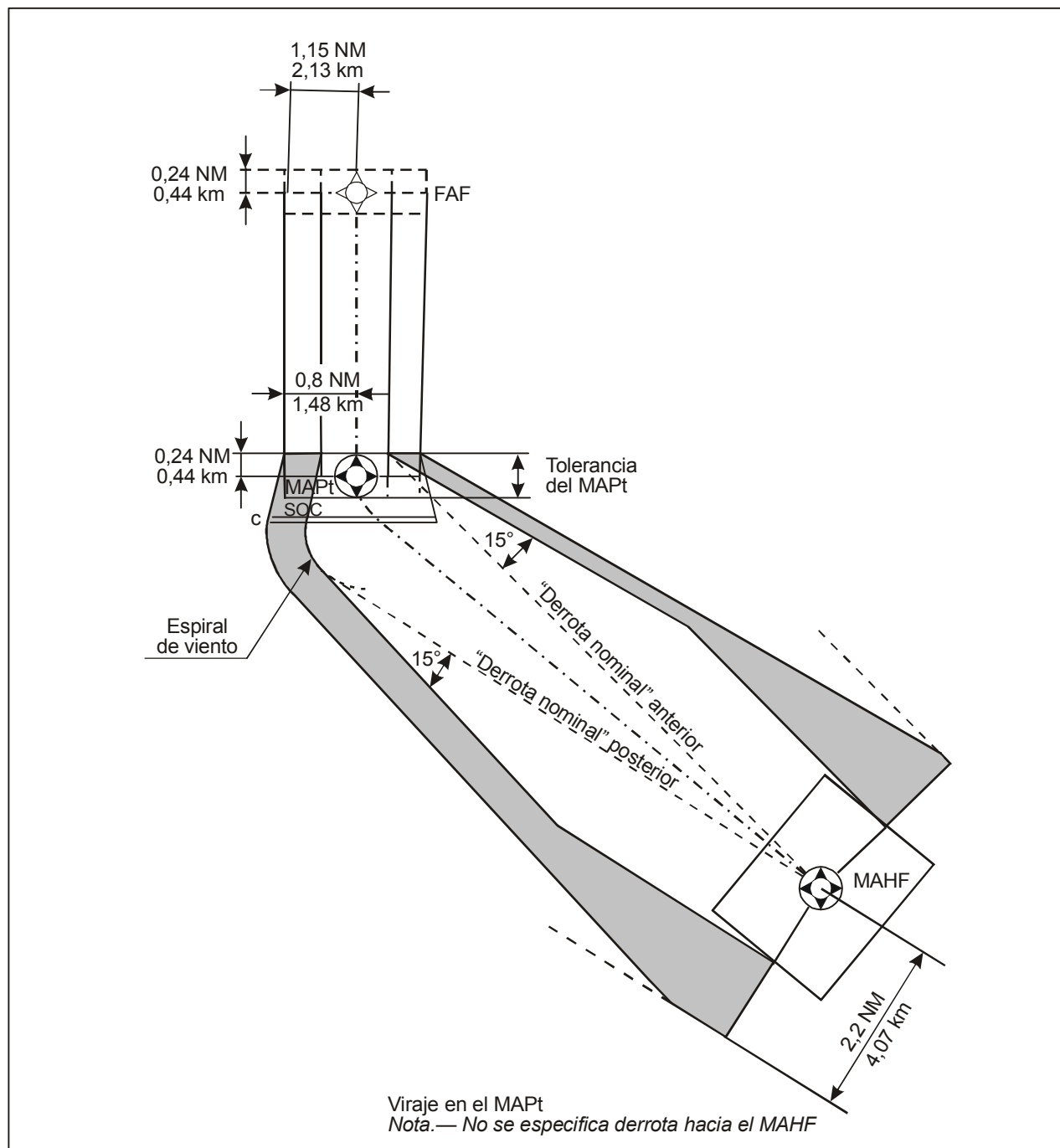


Figura IV-1-1. Tramos de aproximación inicial, intermedia y final



**Figura IV-1-2. Aproximación frustrada con viraje**

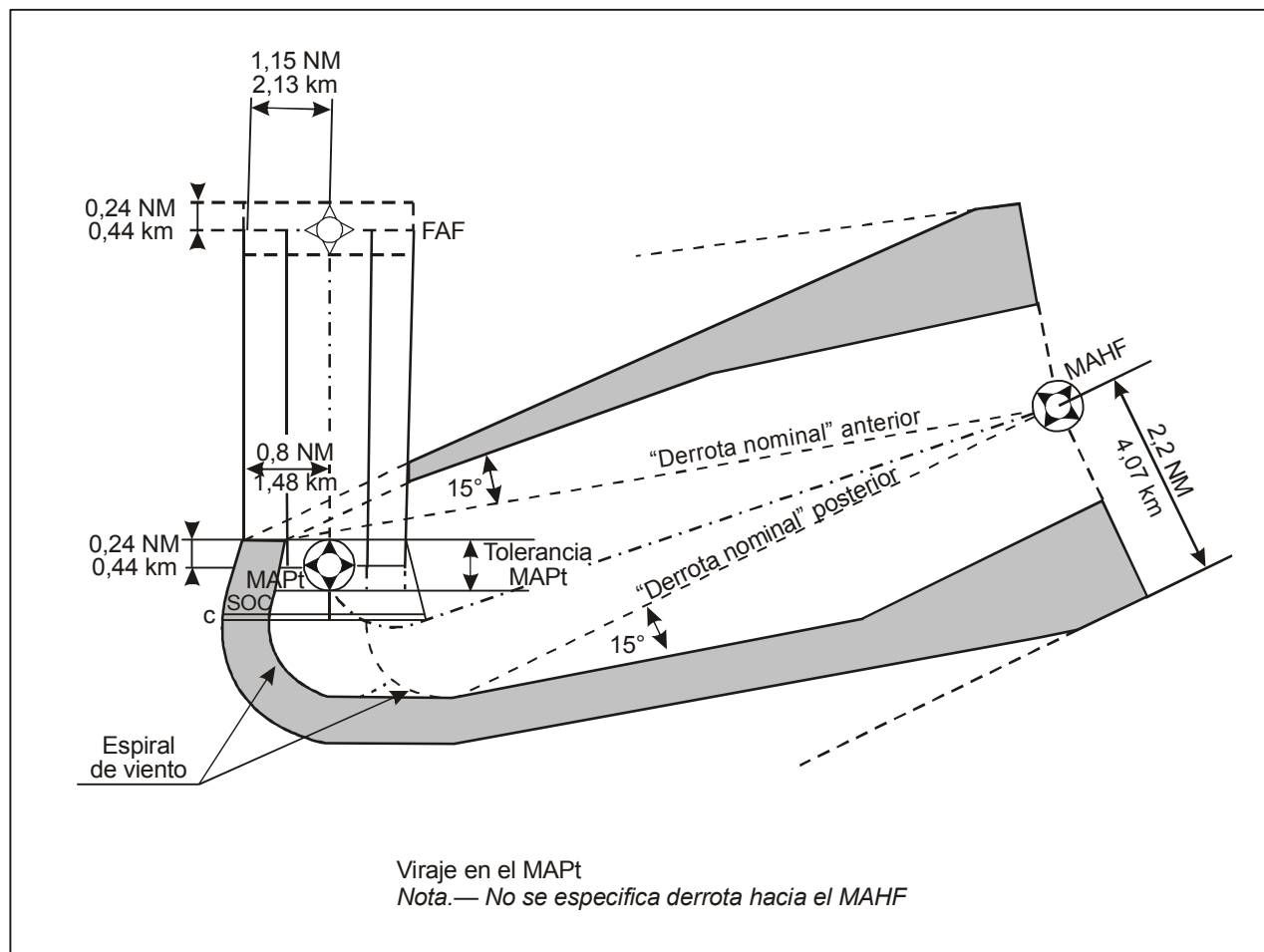
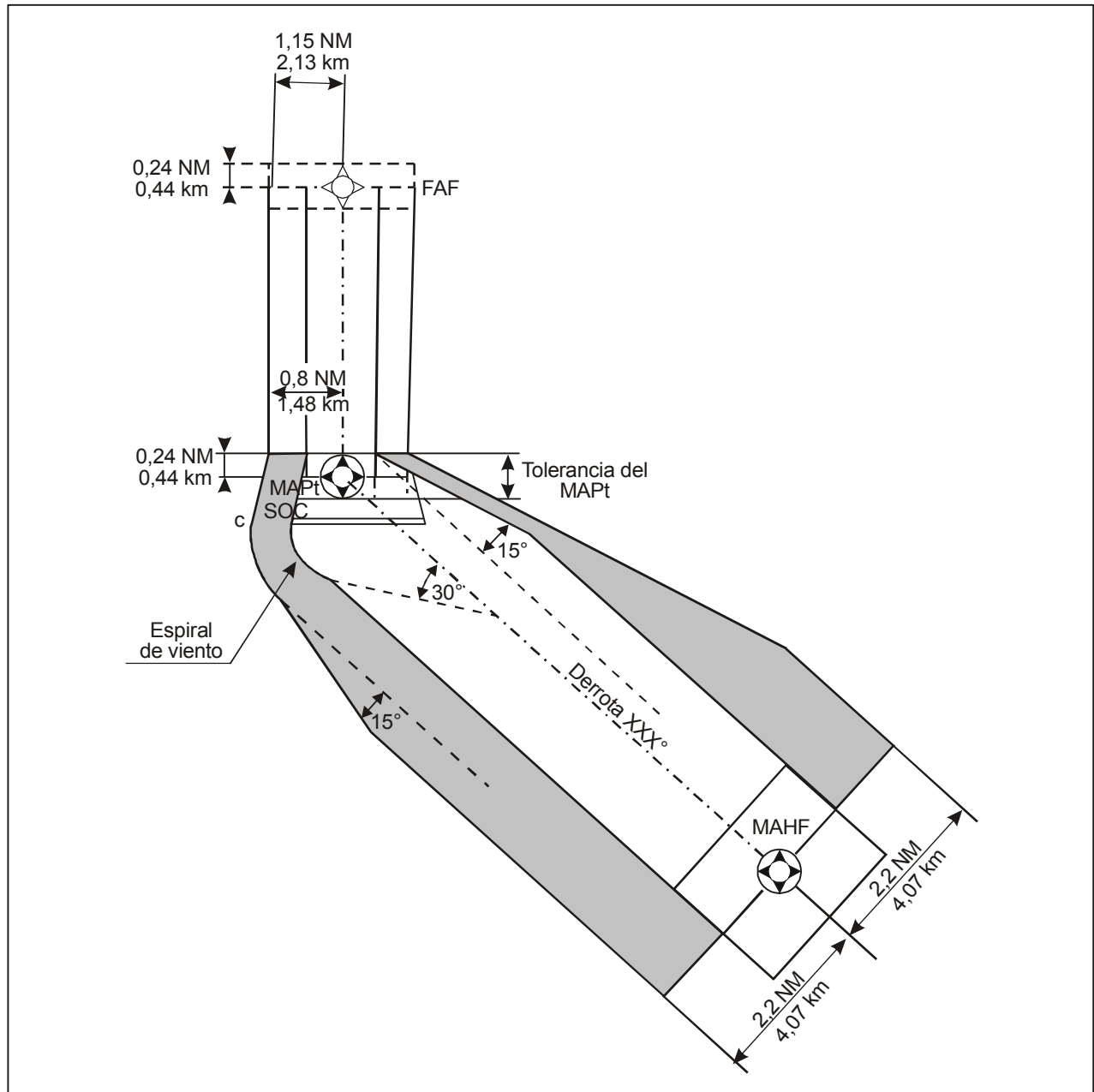


Figura IV-1-3. Aproximación frustrada con viraje superior a 90°



**Figura IV-1-4. Aproximación frustrada con viraje inferior o igual a 90°**

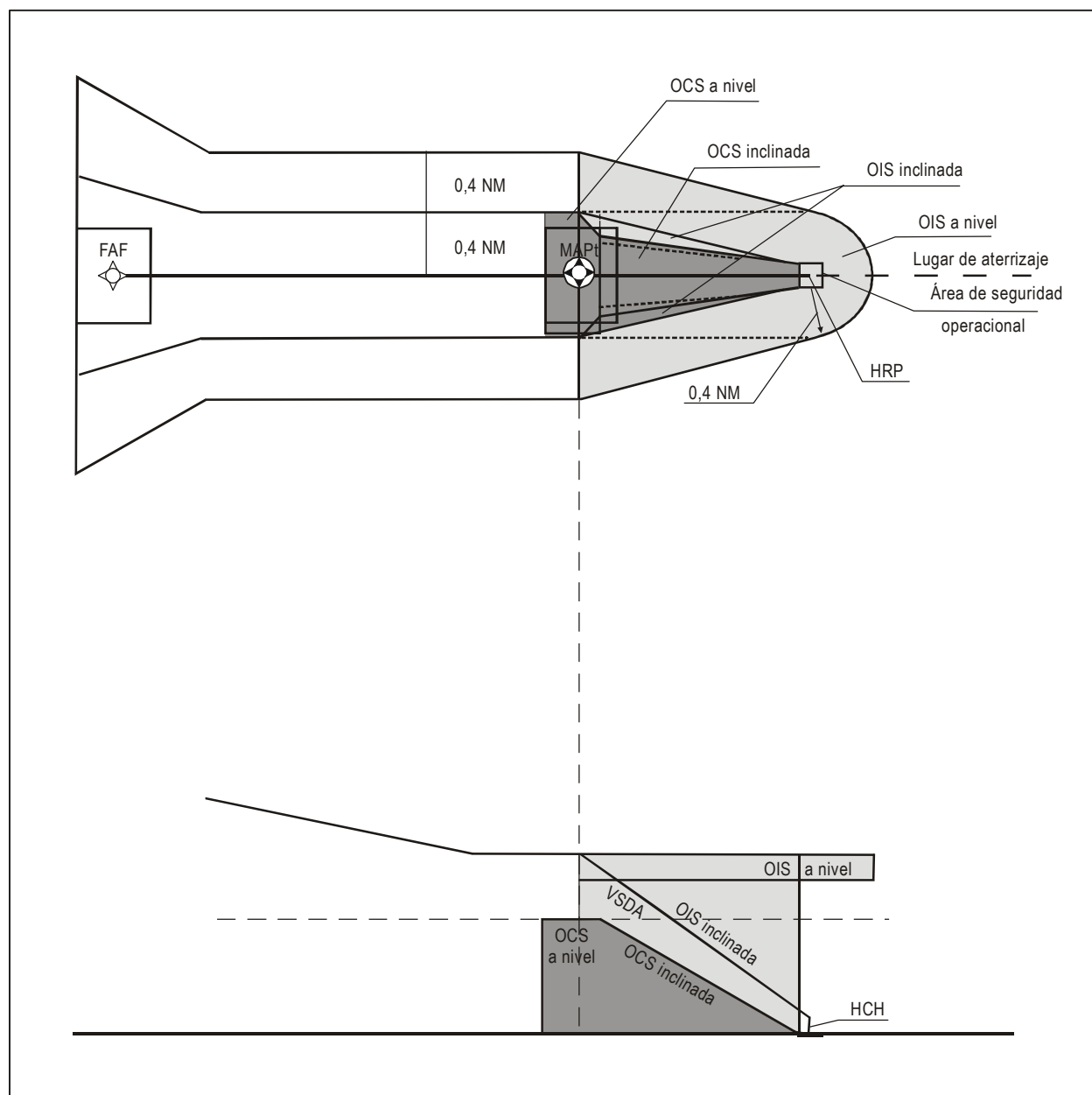
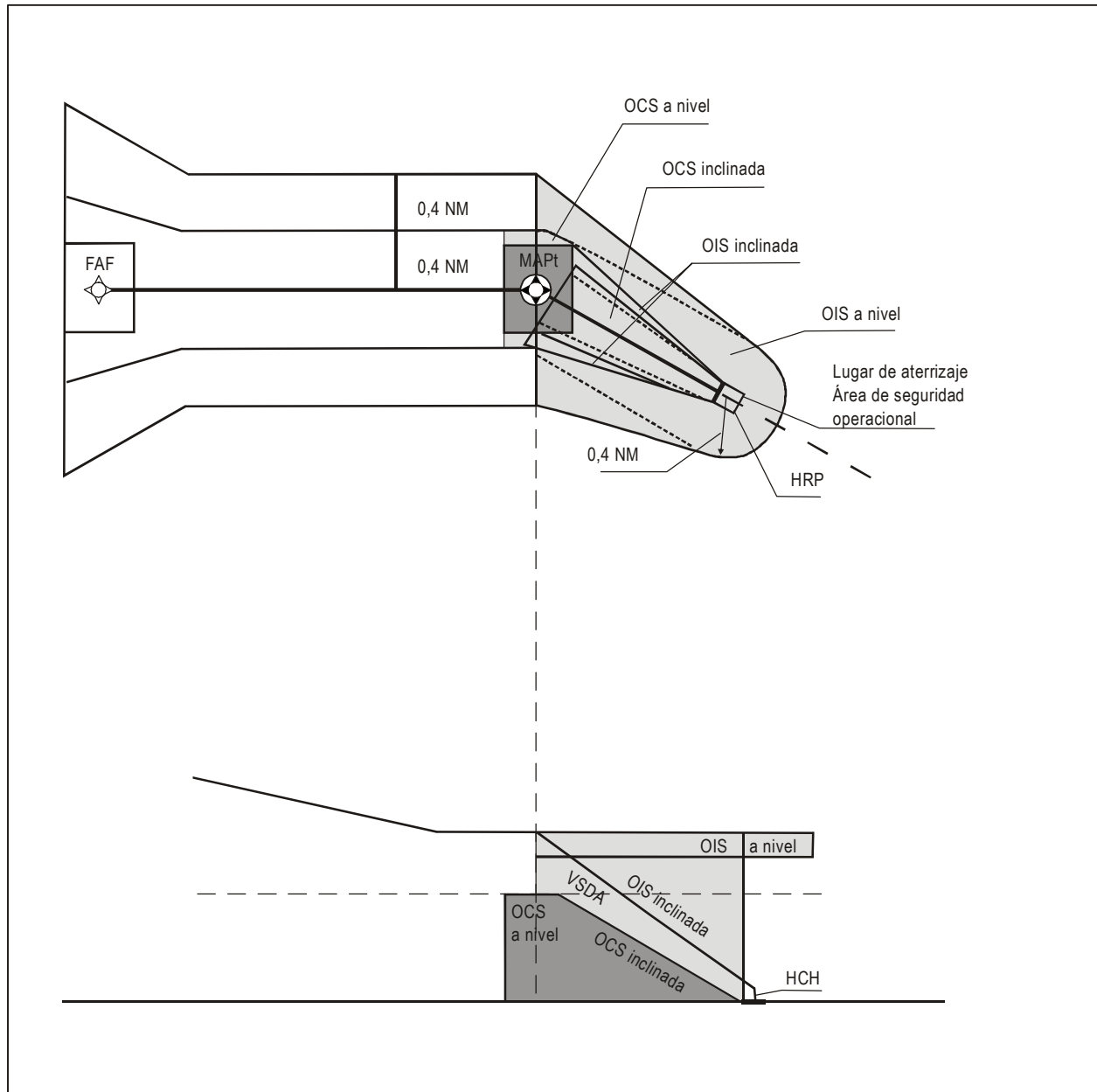


Figura IV-1-5. VS directo sin DP y sin cambio de rumbo



**Figura IV-1-6. VS directo sin DP y con cambio de rumbo de 30° en el MAPt**



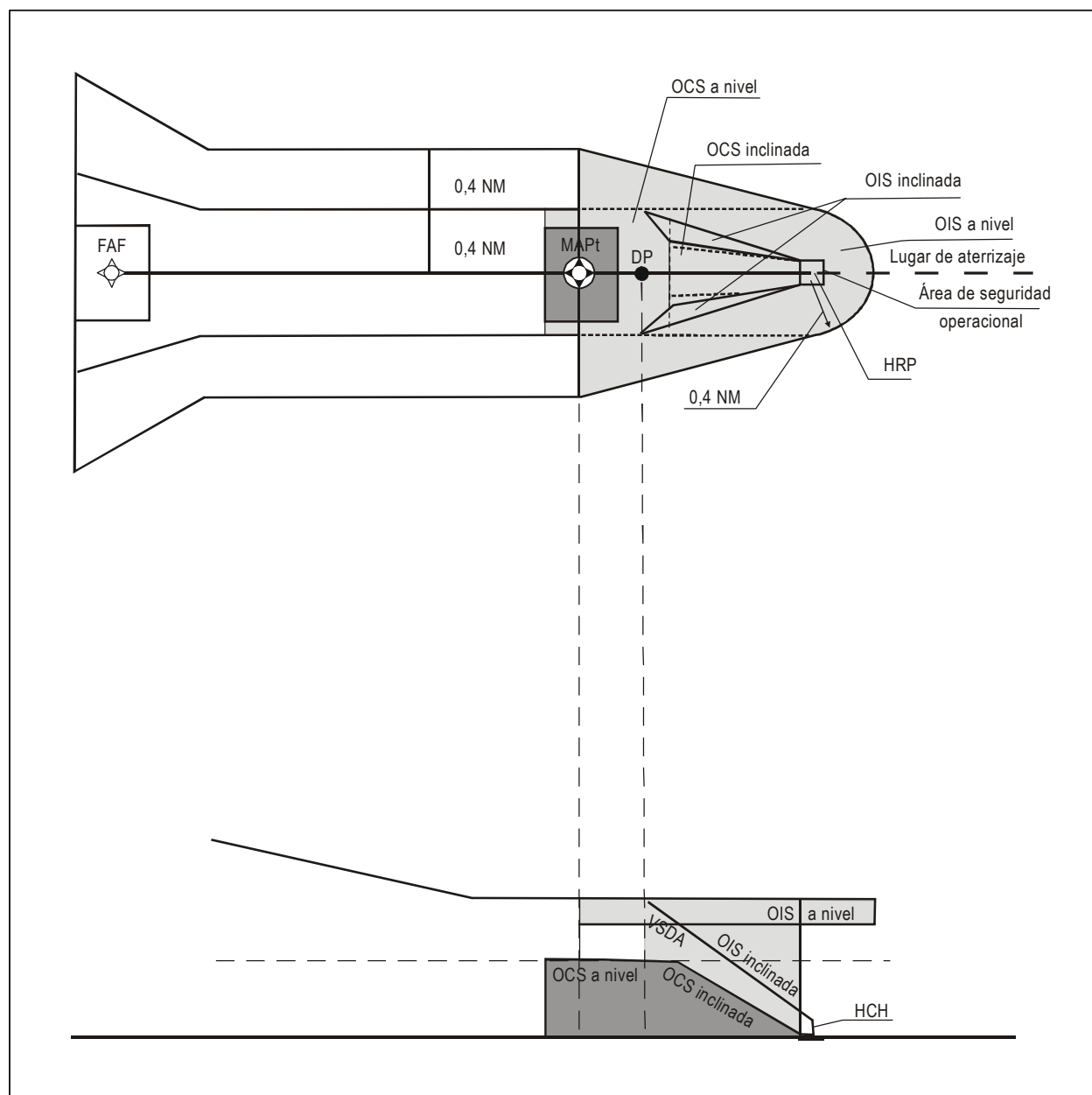
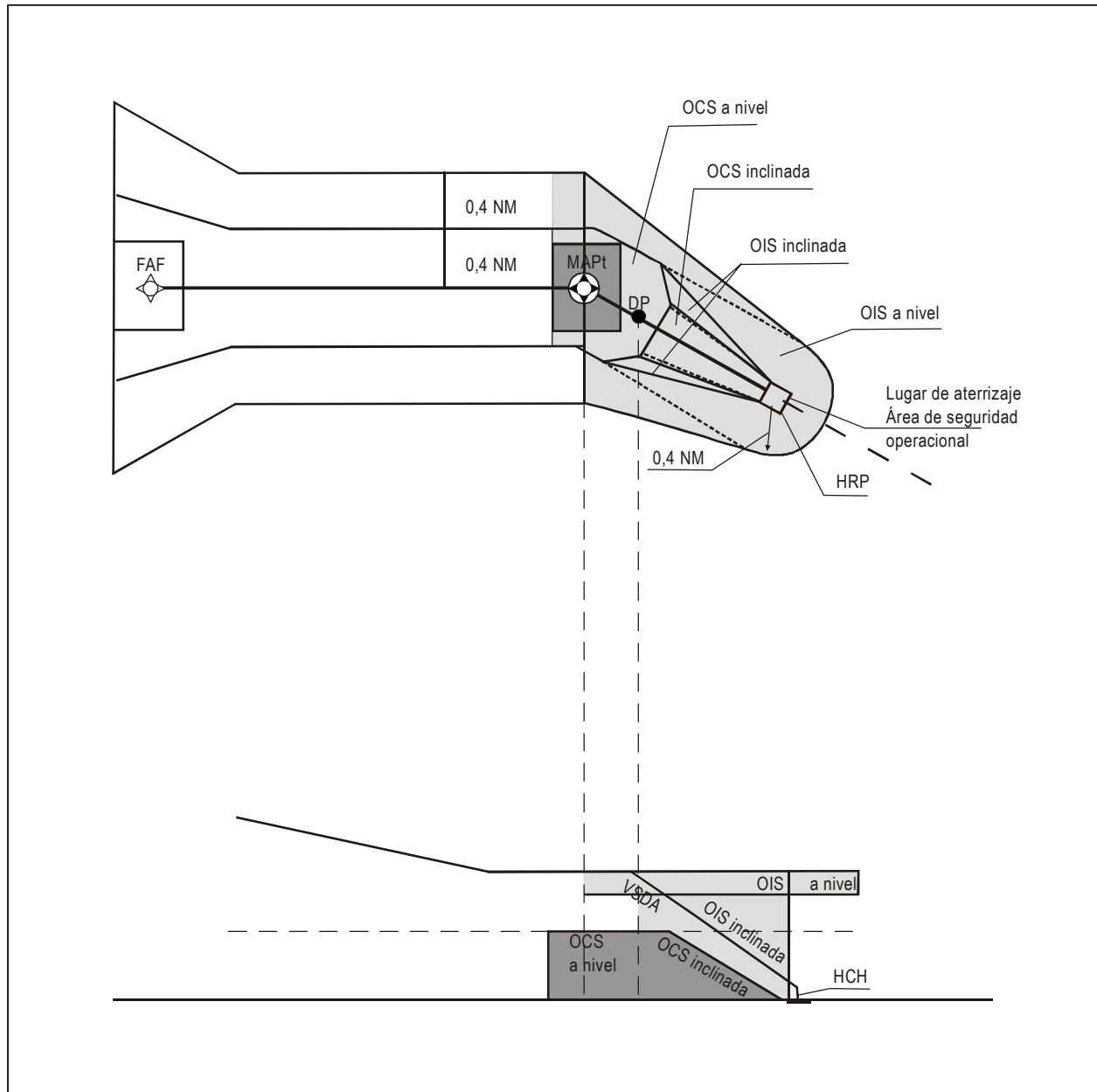
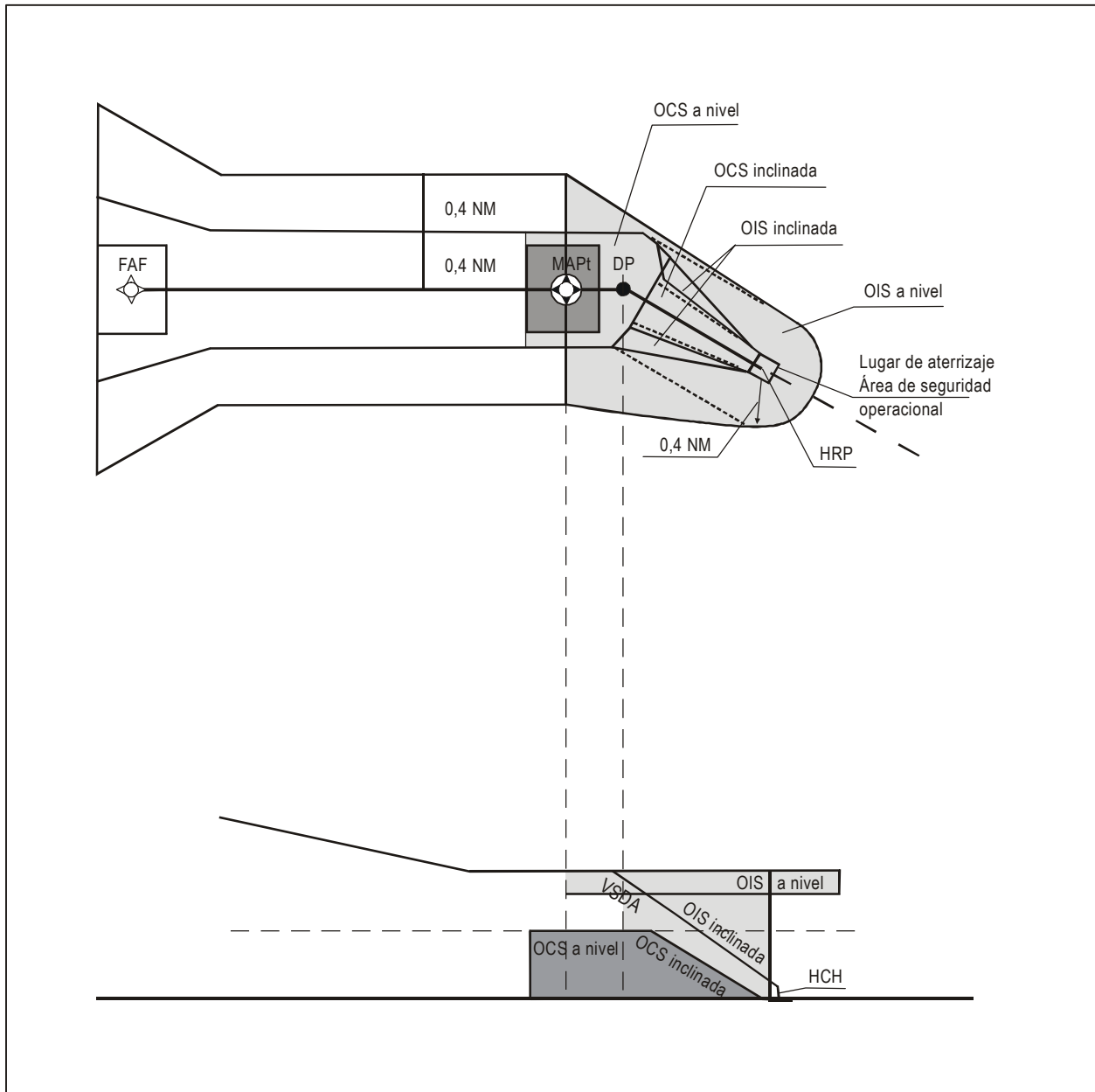


Figura IV-1-7. VS directo con DP y sin cambio de rumbo



**Figura IV-1-8. VS directo con DP y con cambio de rumbo de 30° en el MAPt**



**Figura IV-1-9. VS directo con DP y con cambio de rumbo de 30° en el DP**

— FIN —



## PUBLICACIONES TÉCNICAS DE LA OACI

*Este resumen explica el carácter a la vez que describe, en términos generales, el contenido de las distintas series de publicaciones técnicas editadas por la Organización de Aviación Civil Internacional. No incluye las publicaciones especializadas que no están específicamente comprendidas en una de las series, como por ejemplo el Catálogo de cartas aeronáuticas, o las Tablas meteorológicas para la navegación aérea internacional.*

**Normas y métodos recomendados internacionales.** El Consejo los adopta de conformidad con los Artículos 54, 37 y 90 del Convenio sobre Aviación Civil Internacional, y por conveniencia se han designado como Anexos al Convenio. Para conseguir la seguridad o regularidad de la navegación aérea internacional, se considera que los Estados contratantes deben aplicar uniformemente las especificaciones de las normas internacionales. Para conseguir la seguridad, regularidad o eficiencia, también se considera conveniente que los propios Estados se ajusten a los métodos recomendados internacionales. Si se desea lograr la seguridad y regularidad de la navegación aérea internacional es esencial tener conocimiento de cualesquier diferencias que puedan existir entre los reglamentos y métodos nacionales de cada uno de los Estados y las normas internacionales. Si, por algún motivo, un Estado no puede ajustarse, en todo o en parte, a determinada norma internacional, tiene de hecho la obligación, según el Artículo 38 del Convenio, de notificar al Consejo toda diferencia o discrepancia. Las diferencias que puedan existir con un método recomendado internacional también pueden ser significativas para la seguridad de la navegación aérea, y si bien el Convenio no impone obligación alguna al respecto, el Consejo ha invitado a los Estados contratantes a que notifiquen toda diferencia además de aquellas que atañen directamente a las normas internacionales.

**Procedimientos para los servicios de navegación aérea (PANS).** El Consejo los aprueba para su aplicación mundial. Comprenden, en su mayor parte, procedimientos operacionales cuyo grado de desarrollo no se estima suficiente para su adopción como normas o métodos recomendados internacionales, así como también materias de un carácter más permanente que se consideran demasiado

detalladas para su inclusión en un Anexo, o que son susceptibles de frecuentes enmiendas, por lo que los procedimientos previstos en el Convenio resultarían demasiado complejos.

**Procedimientos suplementarios regionales (SUPPS).** Tienen carácter similar al de los procedimientos para los servicios de navegación aérea ya que han de ser aprobados por el Consejo, pero únicamente para su aplicación en las respectivas regiones. Se publican en un mismo volumen, puesto que algunos de estos procedimientos afectan a regiones con áreas comunes, o se siguen en dos o más regiones.

---

*Las publicaciones que se indican a continuación se preparan bajo la responsabilidad del Secretario General, de acuerdo con los principios y criterios previamente aprobados por el Consejo.*

**Manuales técnicos.** Proporcionan orientación e información más detallada sobre las normas, métodos recomendados y procedimientos internacionales para los servicios de navegación aérea, para facilitar su aplicación.

**Planes de navegación aérea.** Detallan las instalaciones y servicios necesarios para los vuelos internacionales en las distintas regiones de navegación aérea establecidas por la OACI. Se preparan por decisión del Secretario General, a base de las recomendaciones formuladas por las conferencias regionales de navegación aérea y de las decisiones tomadas por el Consejo acerca de dichas recomendaciones. Los planes se enmiendan periódicamente para que reflejen todo cambio en cuanto a los requisitos, así como al estado de implantación de las instalaciones y servicios recomendados.

**Circulares de la OACI.** Facilitan información especializada de interés para los Estados contratantes. Comprenden estudios de carácter técnico.

---

© OACI 2007  
2/07, S/P1/250

Núm. de pedido 8168-2  
Impreso en la OACI

