



REPÚBLICA DE CUBA

# **Manuales** **Aeronáuticos** **Cubanos**

**MANUAL PARA EL DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE  
PROCEDIMIENTOS DE VUELO VISUAL Y POR  
INSTRUMENTOS**

**PARTE I:** Aspectos Generales

**PARTE II:** Procedimientos Convencionales

**PARTE III:** Procedimientos de Navegación basada en la  
Performance

**PARTE IV:** Helicópteros

**INSTITUTO DE AERONÁUTICA CIVIL DE CUBA  
IACC**



# **MANUAL PARA EL DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE PROCEDIMIENTOS DE VUELO VISUAL Y POR INSTRUMENTOS**

## **PARTE II PROCEDIMIENTOS CONVENCIONALES**

**SEGUNDA EDICIÓN – ABRIL 2016**

**INSTITUTO DE AERONÁUTICA CIVIL DE CUBA**



## INDICE

### PARTE II Procedimientos Convencionales.

#### Parte II. Procedimientos Convencionales.

<b>Sección 1. Introducción</b>		<b>(II-1)</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-1-1-16)
1.6	Aproximaciones de precisión simultáneas a pistas de vuelo por instrumentos paralelas o casi paralelas	(II-1-1-20)
1.7	Promulgación	(II-1-1-20)
Anexo A del Capítulo 1	Aproximación frustrada con viraje asociada a una aproximación de precisión.	(II-1-1-39)
Anexo B del Capítulo 1	Aproximaciones con ángulo de trayectoria de planeo pronunciado	(II-1-1-49)
Anexo C del Capítulo 1	Determinación de las alturas y distancias de descenso de la trayectoria de planeo ILS	(II-1-1-52)
Anexo D del Capítulo 1	Aproximaciones paralelas independientes a pistas paralelas poco separadas	(II-1-1-56)
Anexo E del Capítulo 1	Cálculo de la altura de la superficie de evaluación de obstáculos	(II-1-1-61)
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)
<b>Sección 2. Aproximaciones que no son de precisión</b>		<b>(II-2)</b>
Capítulo 1	Localizador (LLZ) 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	VOR o NDB sin FAF	(II-2-2-1)
2.1	Generalidades	(II-2-2-1)
2.2	Tramo de aproximación inicial	(II-2-2-1)
2.3	Tramo intermedio	(II-2-2-1)
2.4	Tramo de aproximación final	(II-2-2-1)
2.5	Pendiente de descenso	(II-2-2-2)
2.6	Uso del punto de referencia de escalón de descenso	(II-2-2-2)
2.7	Punto de aproximación frustrada (MAPt)	(II-2-2-3)
Capítulo 3	VOR o NDB con 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 de aproximación intermedia	(II-2-3-1)
3.4	Tramo de aproximación final	(II-2-3-1)

3.5	Punto de aproximación frustrada (MAPt)	(II-2-3-2)
3.6	Promulgación	(II-2-3-3)

### Sección 3. Criterios en ruta

(II-3)

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)
Anexo A del Capítulo 1	Rutas VOR y NDB — Método perfeccionado para la construcción de áreas de franqueamiento de obstáculos	(II-3-1-14)
Anexo B del Capítulo 1	Cálculos estadísticos para las áreas primaria y secundaria y sus ángulos de ensanchamiento	(II-3-1-20)

### Sección 4. Criterios de espera.

(II-4)

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-4-1-2)
1.4	Condiciones especiales para la planificación de procedimientos de espera VOR/DME y la construcción de las áreas correspondientes	(II-4-1-6)
1.5	Promulgación	(II-4-1-8)
Anexo A del Capítulo 1	Parámetros para la construcción del área de espera	(II-4-1-13)
Anexo 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-3-1-26)
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-3-1-27)

## 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 la RAC 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 será 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

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

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 la RAC 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 se extenderán 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 requieran 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. *Esta OCA/H es solamente uno de los factores que se tendrán en cuenta para determinar la altura de decisión definida en la RAC 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 la RAC 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 de la RAC 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 la OAS - y si la densidad de obstáculos por debajo de la 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 las aeronaves y las operaciones de Cat III permanecen sin restricciones. Sin embargo, si los obstáculos penetran en la OAS, el margen relativo a la categoría de aeronave se añade a la altura del obstáculo más elevado en la 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.

*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 del 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.

## 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 (Anexo A);
- c) aproximaciones paralelas independientes a pistas paralelas cercanas entre sí (Anexo D);
- d) determinación de las alturas y distancias de descenso de la trayectoria de planeo ILS (Anexo C); y



Ejemplos del cálculo de la OCA/H pueden encontrarse en el *Manual de construcción de procedimientos de vuelo por instrumentos* (Doc 9368) de la OACI.

### 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, "Localizador únicamente".

## 1.2 Tramo de aproximación inicial.

### 1.2.1 Generalidades

El tramo de aproximación inicial asegurará 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 excederá 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°, se preverá 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, Anexo 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) se situará 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 será 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 se utilizarán si el espacio aéreo utilizable está restringido. La longitud máxima del tramo está determinada por el requisito de que estará 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 estabilice 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 estará 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 la RAC 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. En ese punto finaliza la prolongación de las superficies de precisión en el tramo de precisión. Normalmente el punto de referencia de descenso no estará 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 la RAC 10 al Convenio de Aviación Civil Internacional. 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).

*En el Anexo 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.

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 que se trate.

#### 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 excederá 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).

*En el Anexo 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 serán:

- 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 la RAC 14 para pistas de aproximaciones de precisión de clave 3 ó 4 (véase la Figura II-1-1-6). Estas 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 la RAC 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 la RAC 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 se mantendrá 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 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 la RAC 14 como superficies para planificar la multiplicación ilimitada de obstáculos. Se tendrá 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 incluirán 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 CD-ROM OAS de los PANS-OPS de la OACI, 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 CD-ROM OAS de los PANS-OPS de la OACI proporciona los coeficientes que se utilizarán para 2 000 m o 4 500 m, según se requiera. Véase un ejemplo de los resultados del CD-ROM OAS de los PANS-OPS de la OACI 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 CD-ROM OAS de los PANS-OPS de la OACI 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, de la RAC 14 que corresponden a pistas de aproximación de precisión de clave 3 y 4 penetran en las OAS, las superficies de la RAC 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 la RAC 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  $x'$ ,  $y'$ , se obtendrán en primer término las constantes apropiadas del CD-ROM OAS de los PANS-OPS de la OACI. 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 se repetirá 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).

*El CD-ROM OAS de los PANS-OPS de la OACI 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 CD-ROM de los PANS-OPS de la OACI 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 CD-ROM OAS de los PANS-OPS de la OACI 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 de la OACI) 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 CD-ROM OAS de los PANS-OPS de la OACI 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 DL; 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  $s$  = semienvargadura

$t$  = 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 CD-ROM OAS de los PANS-OPS de la OACI 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:



$$C_{\text{corr}} = C + (\text{RDH} - 15)$$

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 CD-ROM OAS de los PANS-OPS de la OACI.

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 CD-ROM OAS de los PANS-OPS de la OACI 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 se autorizará 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 CD-ROM OAS de los PANS-OPS de la OACI. 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. 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 se ajustarán de la forma siguiente:

a) para elevaciones de aeródromo superiores a 900 m (2 953 ft), las tolerancias tabuladas se incrementarán en un 2% del margen de error del radio altímetro por cada 300 m (984 ft) de elevación del aeródromo; y

b) 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 radio altímetro 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:

- 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 aeronaves y explotadores específicamente autorizados, y están asociados a las correspondientes restricciones, tanto para aeronaves como para tripulaciones. No se utilizarán como medio para la introducción de procedimientos de atenuación del ruido.

1.4.8.8.3.1.2 En el Anexo 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 confirmarán 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 radio altímetro:*

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 =  $(0,125 + 28,3)$  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

*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 de la OACI) 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), semienvargadura, categoría de aeronaves (A, B, C, D o DL) y pendiente de ascenso en aproximación frustrada; y

*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, se incluirán 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.

### **1.5.2 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.

*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 Anexo 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/Hps y (OCA/Hps – HL). Seguidamente se determina el SOC, y la altitud/altura de viraje (TNA/H) se calcula a partir de la siguiente relación:

$$TNA/H = OCA/H_{ps} - HL + d_x \tan Z$$

siendo:  $d_x$  la distancia horizontal desde el SOC hasta el TP y

$OCA/H_{ps}$  = OCA/H 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.

*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 Parte I 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:

a) *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

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.

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:

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 del viraje); y

d) si no se puede satisfacer el criterio, el procedimiento prohibirá los virajes antes de un punto equivalente al MAPt y se añadirá 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/Hps y (OCA/Hps – 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:

$$(OCA/Hps - HL) + do \tan Z - MOC$$

siendo:

do = dz + la distancia más corta entre el obstáculo y la recta K-K;

dz = 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, se aumentará la OCA/H, o desplazarse el TP para obtener el margen de franqueamiento de obstáculos necesario (véase el Anexo A).

## **1.6 Aproximaciones de precisión simultáneas a pistas de vuelo por instrumentos paralelas o casi paralelas**

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

### 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 se situará 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 efectuará 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 Anexo 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 se identificará 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 (IACC) 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( IACC) 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 de la RAC 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 al Convenio de Aviación Civil Internacional 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, se publicará 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>	
	<i>Metros</i>	<i>Pies</i>	<i>Metros</i>	<i>Pies</i>
0 — 15	2,8 km (1,5 NM)	1500	2,8 km (1,5 NM)	1500
16 — 30	3,7 km (2,0 NM)	2000	3,7 km (2,0 NM)	2000
31 — 60	3,7 km (2,0 NM)	2000	4,6 km (2,5 NM)	2500
61 — 90	3,7 km (2,0 NM)	2000	5,6 km (3,0 NM)	3000

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

*La velocidad para Cat H es la velocidad máxima en aproximación final, no  $V_{at}$ .*

*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

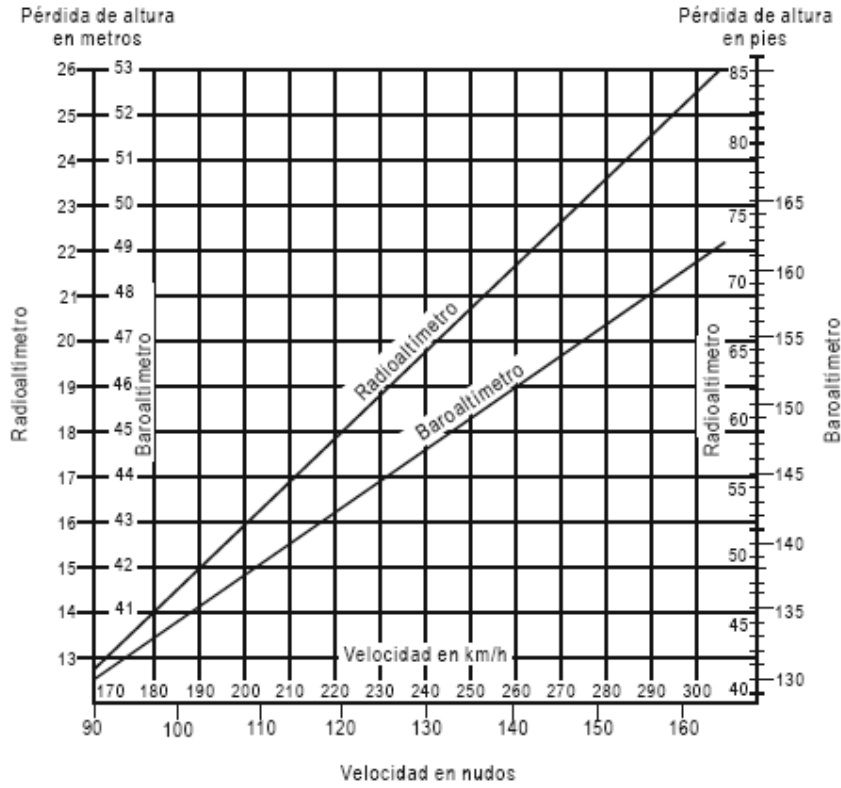


Tabla II-1-1-4. Márgenes de pérdida de altura/error de altímetro en función de la velocidad

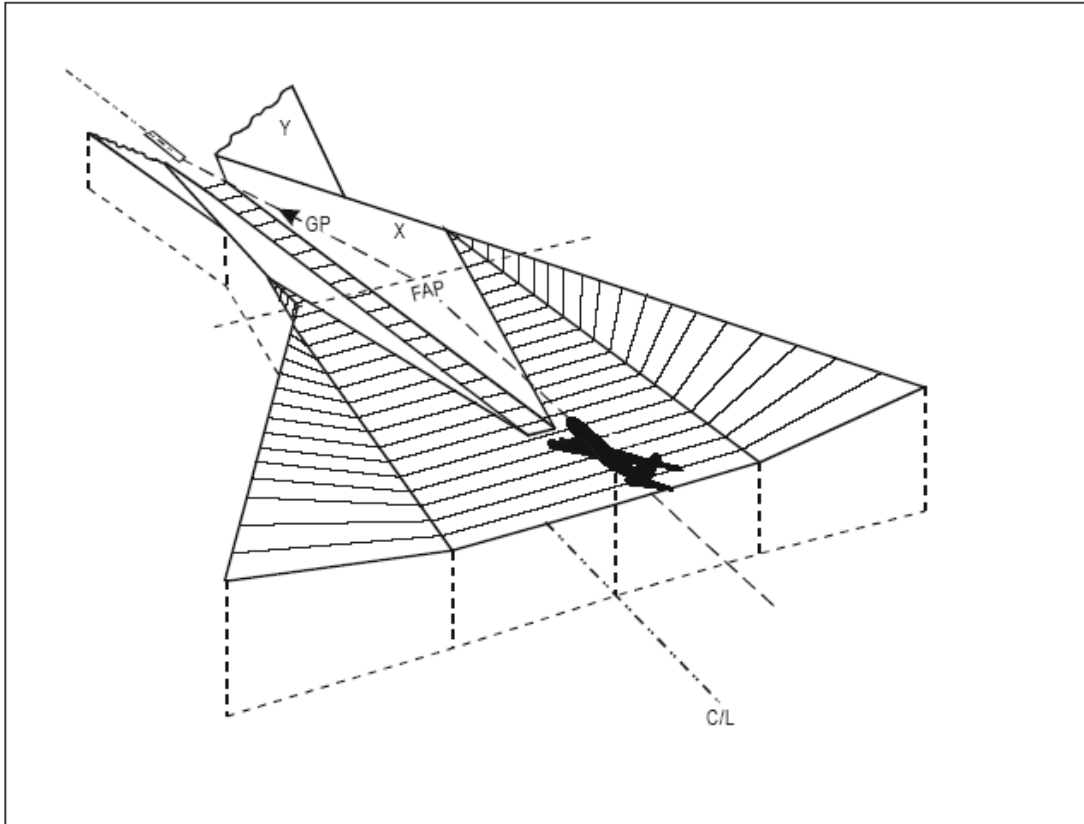


Figura II-1-1-1. Punto de enlace — vista en perspectiva del enlace del tramo de aproximación final con el precedente

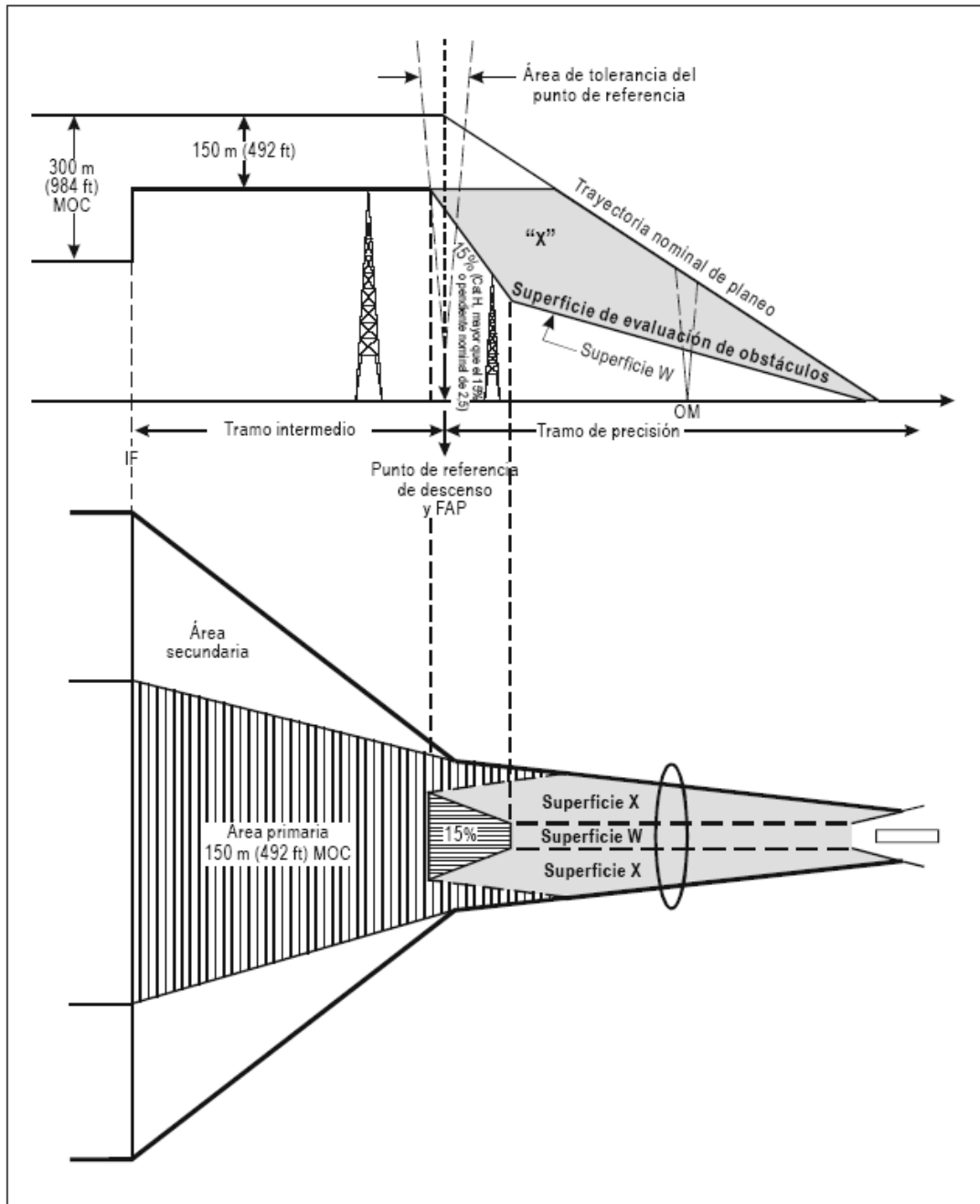


Figura II-1-1-2. Punto de referencia de aproximación final definido por el punto de referencia de descenso situado en el punto de aproximación final

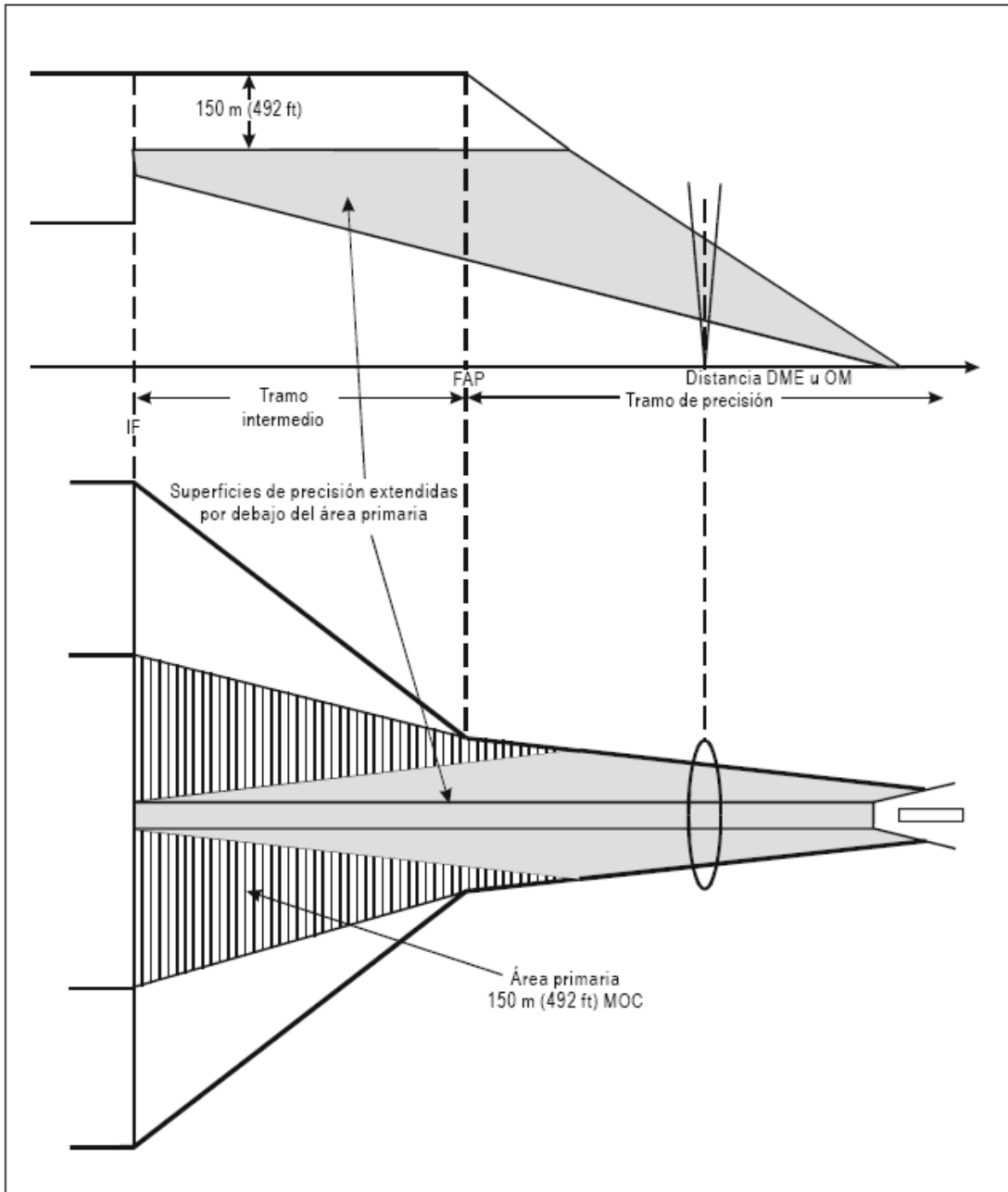


Figura II-1-1-3. Tramo de precisión sin punto de referencia de aproximación final



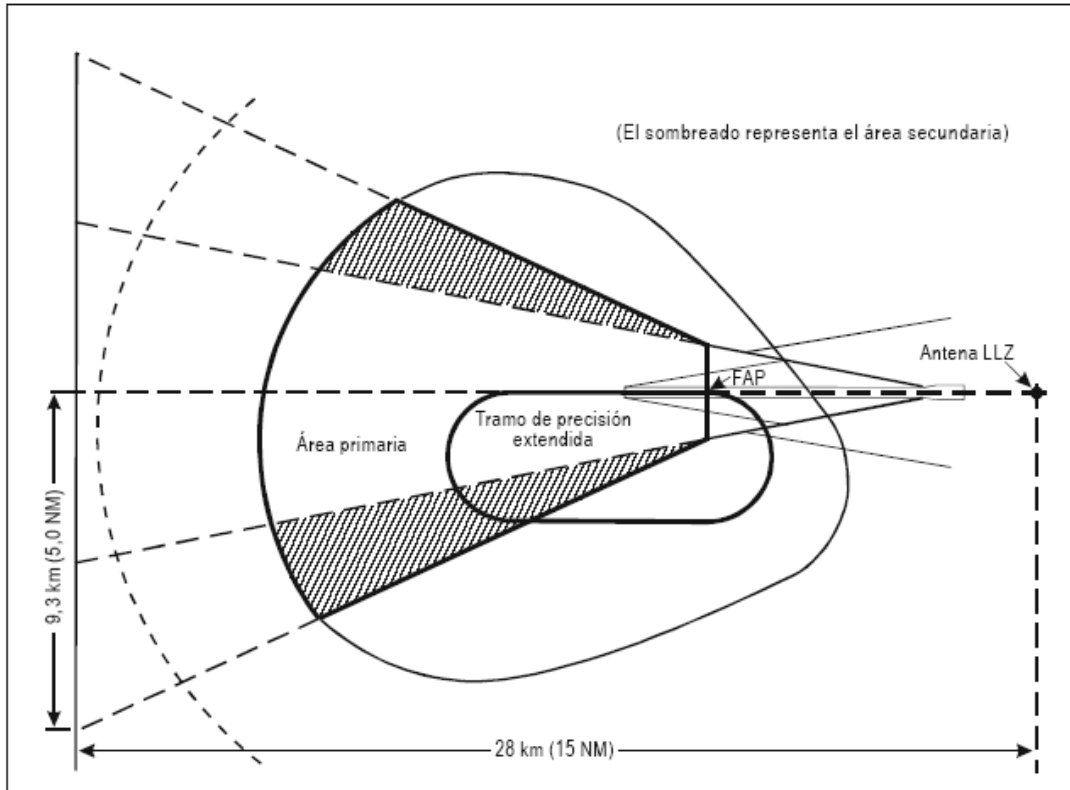


Figura II-1-1-4. Área de aproximación intermedia. Aproximación ILS utilizando un procedimiento de inversión o de hipódromo

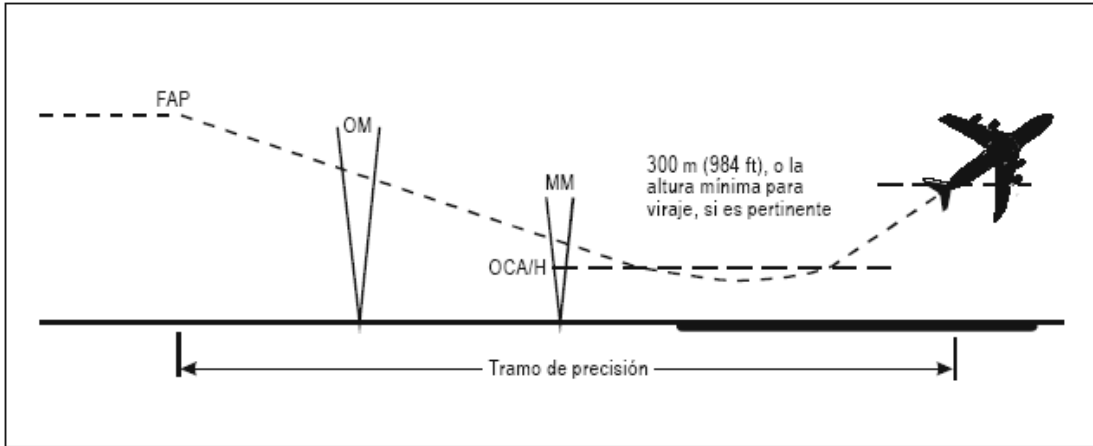


Figura II-1-1-5. Tramo de precisión

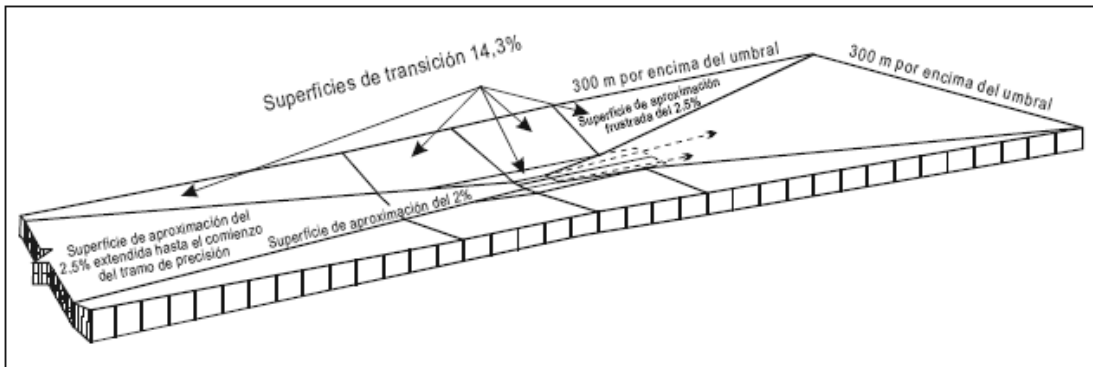


Figura II-1-1-6. Ilustración de las superficies ILS básicas descritas en 1.4.7.2

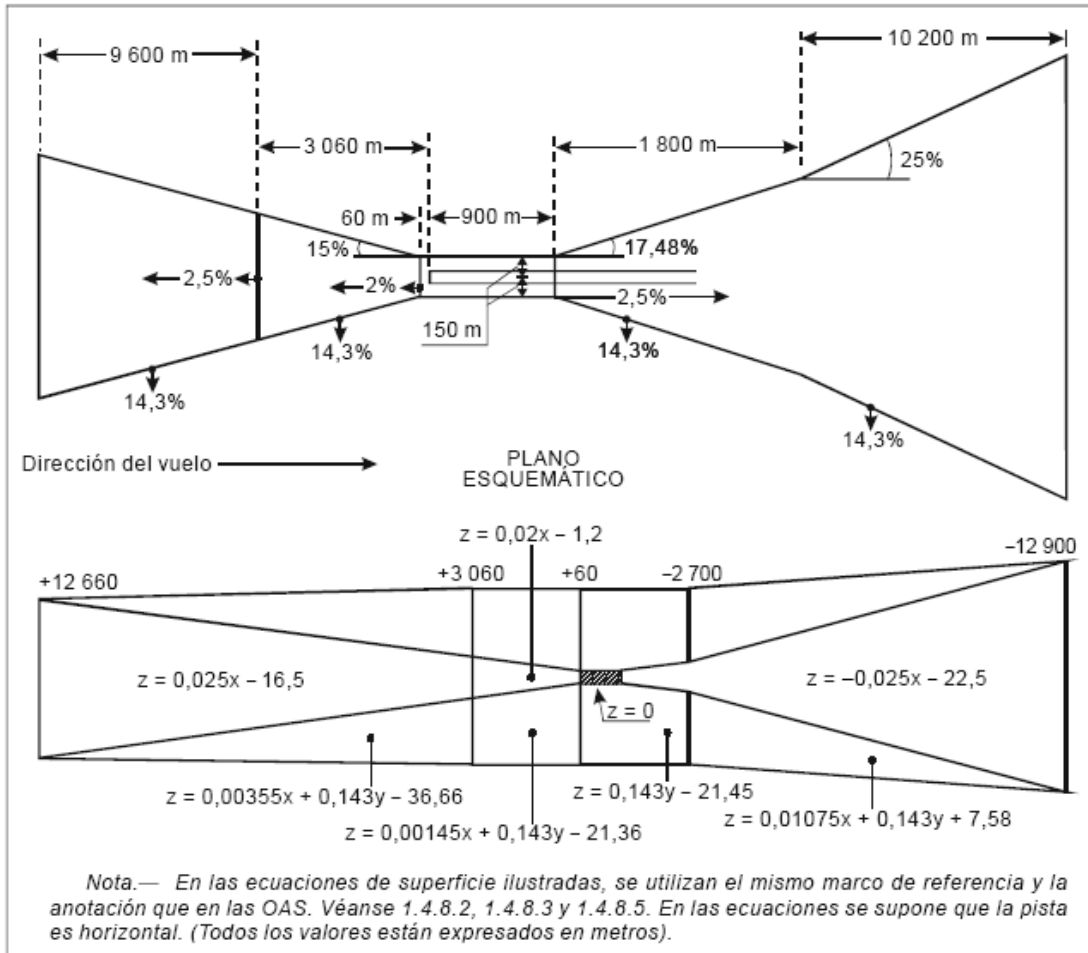


Figura II-1-1-7. Ecuaciones de superficie — superficies ILS básicas

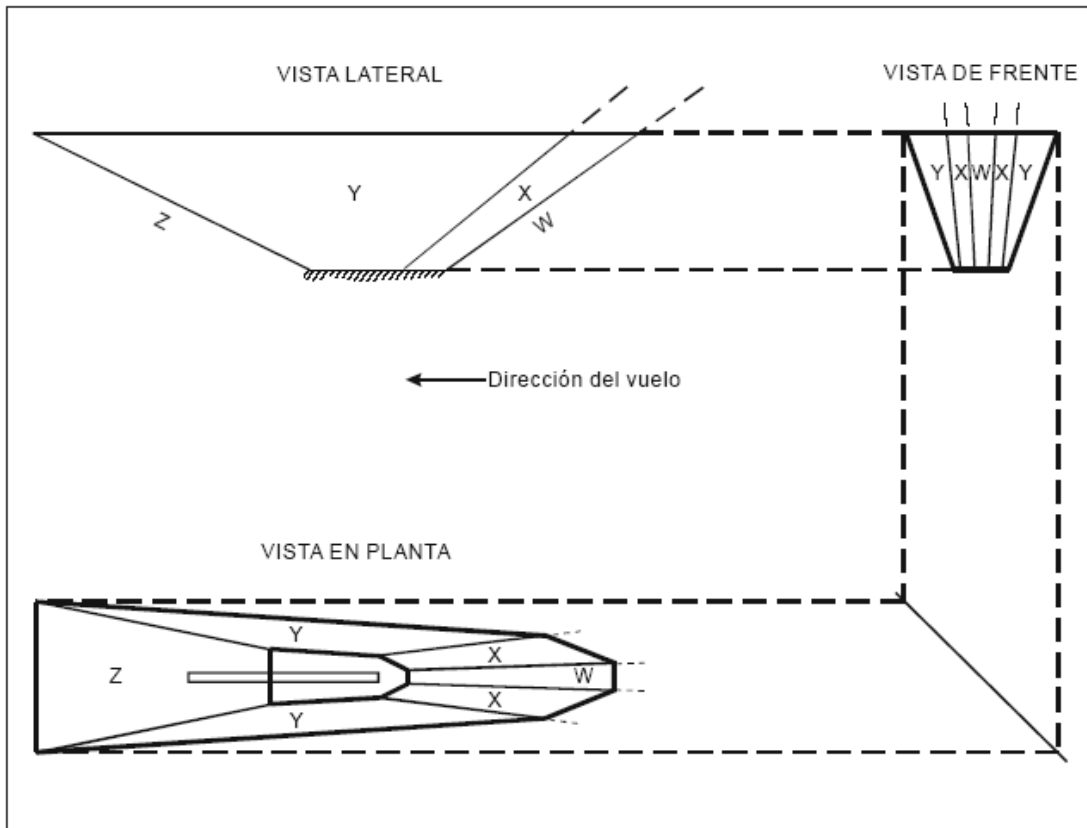


Figura II-1-1-8. Ilustraciones de las superficies ILS de evaluación de obstáculos

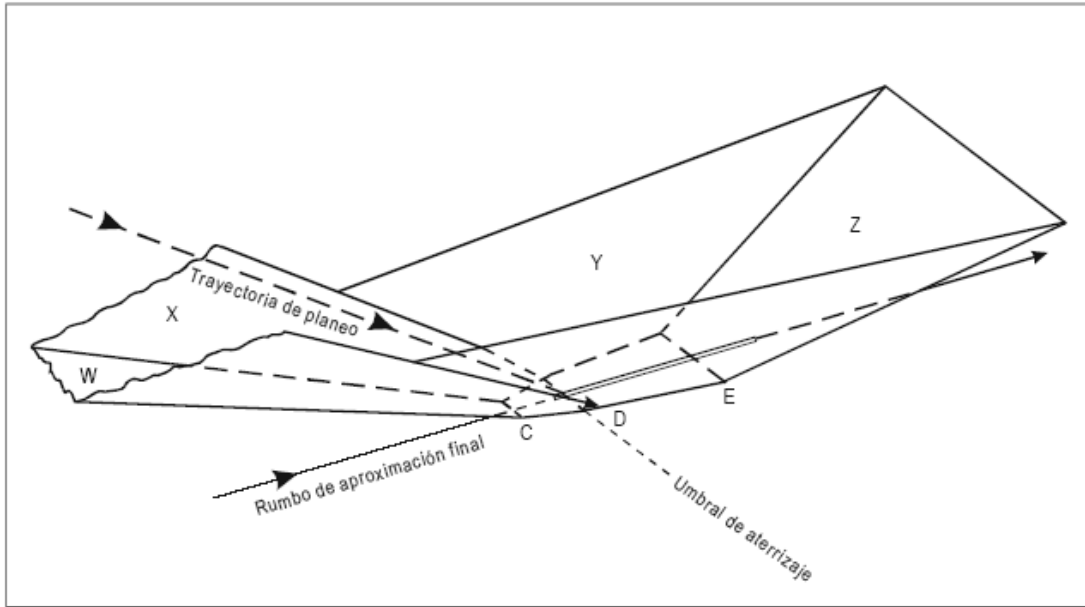


Figura II-1-1-9. Ilustraciones de las superficies ILS de evaluación de obstáculos — vista en perspectiva

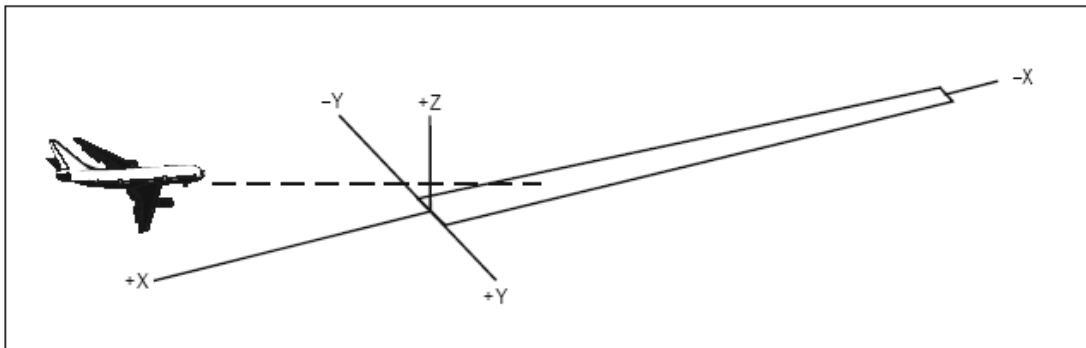


Figura II-1-1-10. Sistema de coordenadas

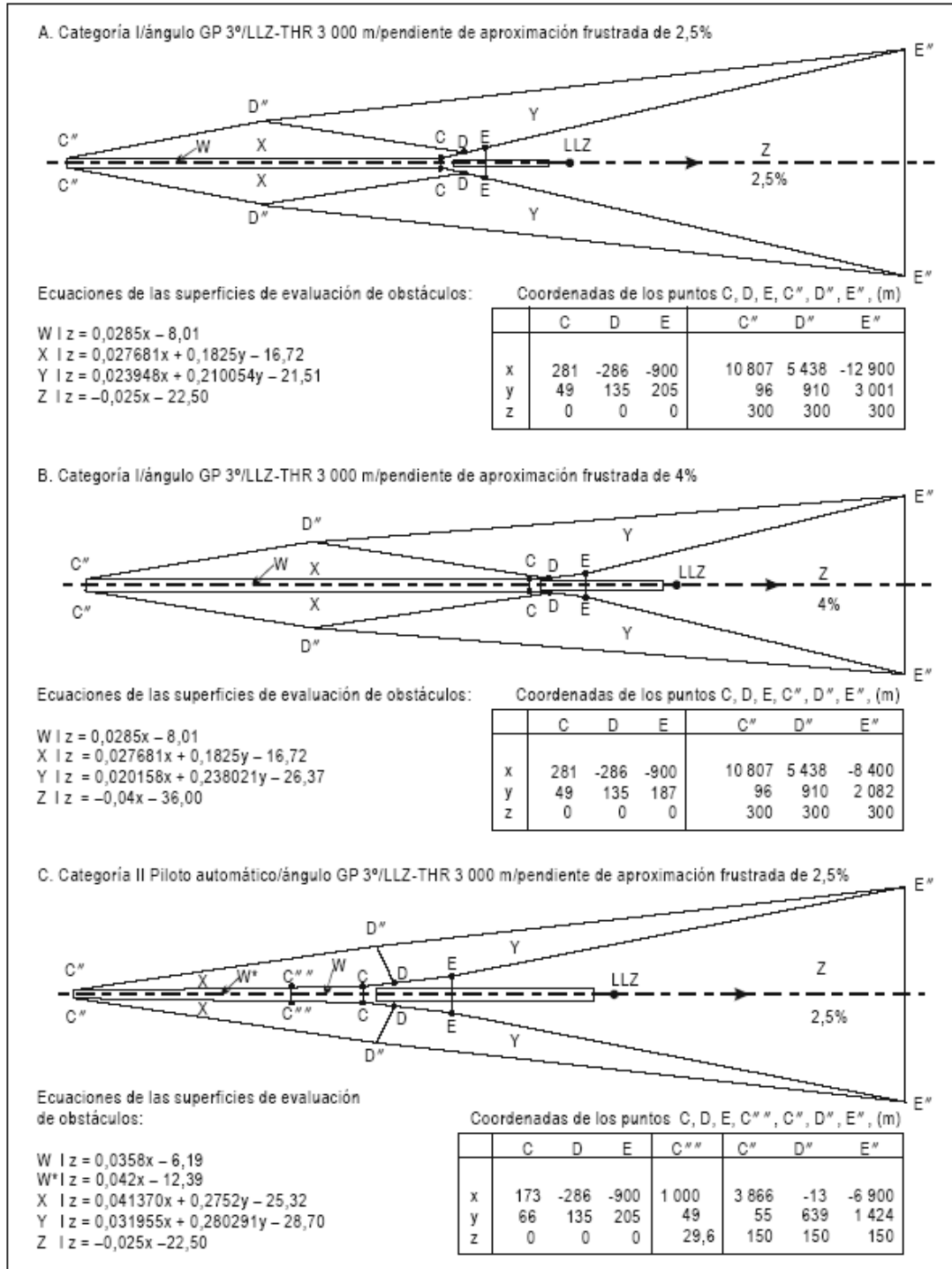


Figura II-1-11. Contornos de las OAS típicas para aeronaves de dimensiones normalizadas

**OAS**

NAVIGATION AID DATA

Approach Category

Glide path (°)  LLZ THR Dist<sup>(1)</sup>  m

RDH  m Course width at THR  m

AIRCRAFT DATA

MApp 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		300 m Height	
	X	Y	X	Y
C	<input type="text" value="281"/>	<input type="text" value="49"/>	<input type="text" value="10807"/>	<input type="text" value="96"/>
D	<input type="text" value="-286"/>	<input type="text" value="135"/>	<input type="text" value="5438"/>	<input type="text" value="910"/>
E	<input type="text" value="-900"/>	<input type="text" value="205"/>	<input type="text" value="-12000"/>	<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: "GBAS-LTP distance".

Figura II-1-1-12. Datos de salida de las OAS generados por el CD-ROM OAS de los PANS-OPS

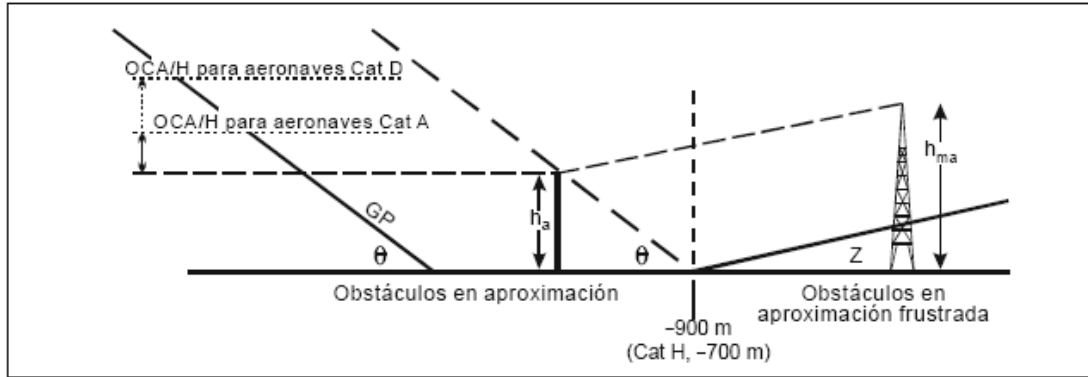


Figura II-1-1-13. Obstáculo en aproximación frustrada después de -900 m

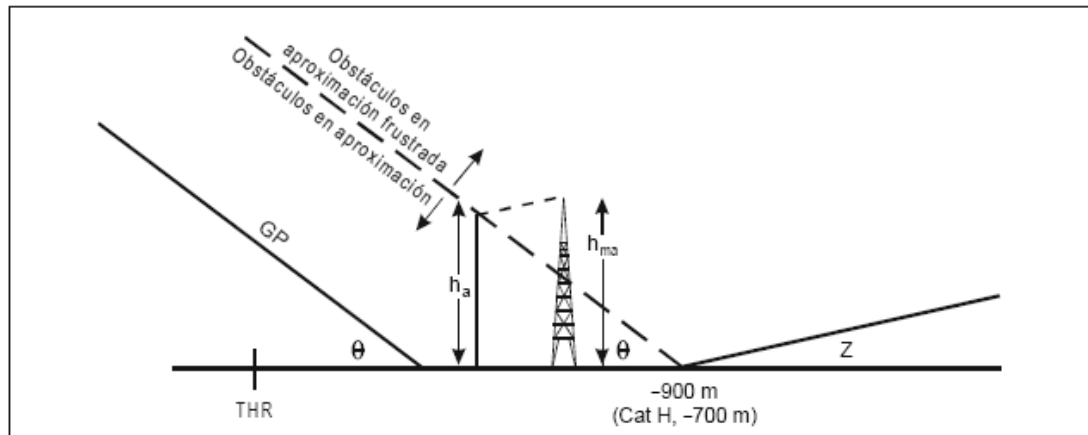


Figura II-1-1-14. Obstáculo en aproximación frustrada antes de -900 m



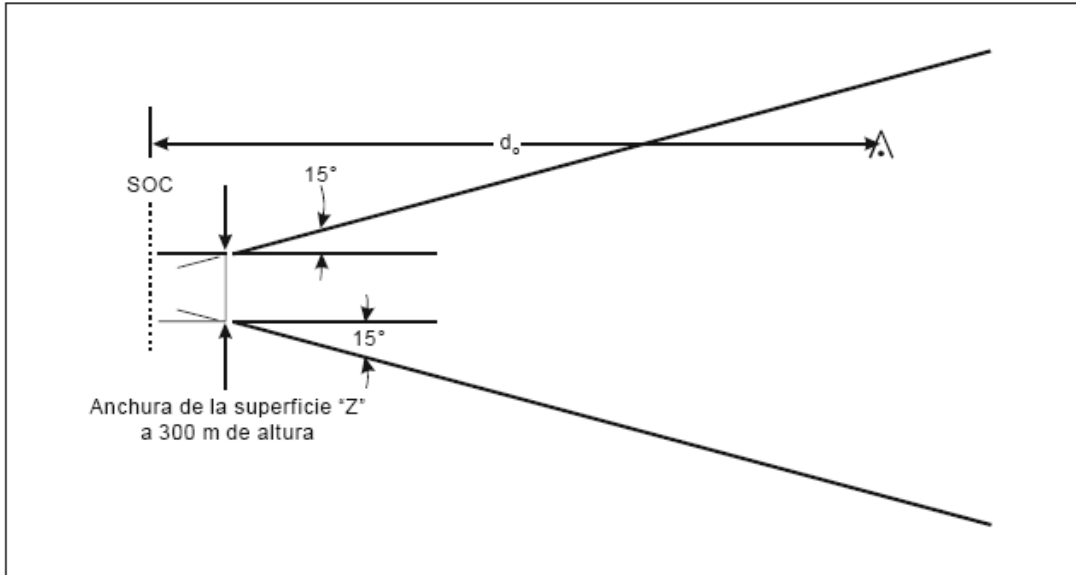


Figura II-1-1-15. Tramo final de una aproximación frustrada en línea recta

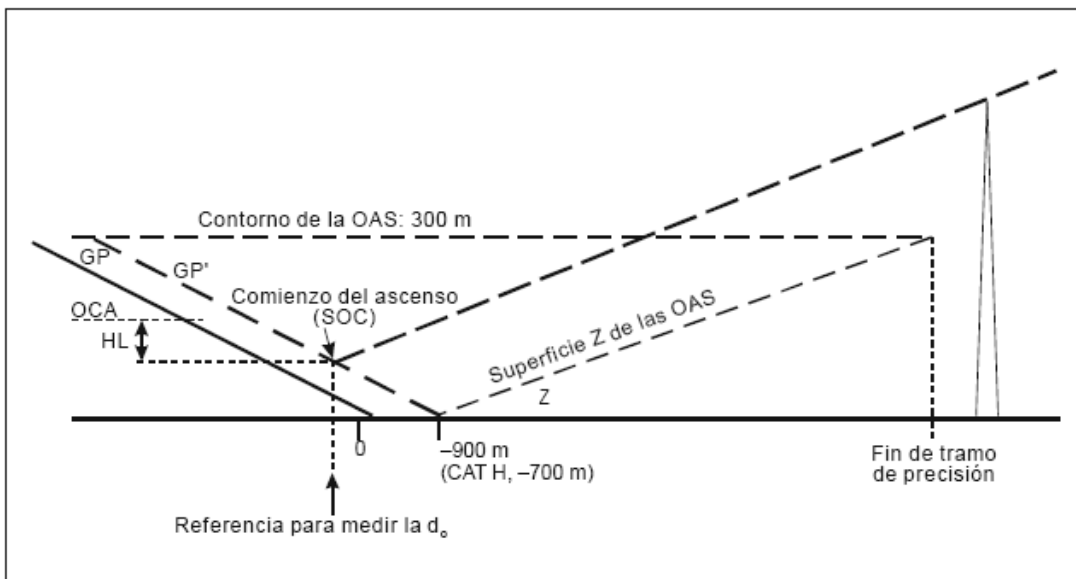


Figura II-1-1-16. Margen de franqueamiento de obstáculos en una aproximación frustrada en línea recta

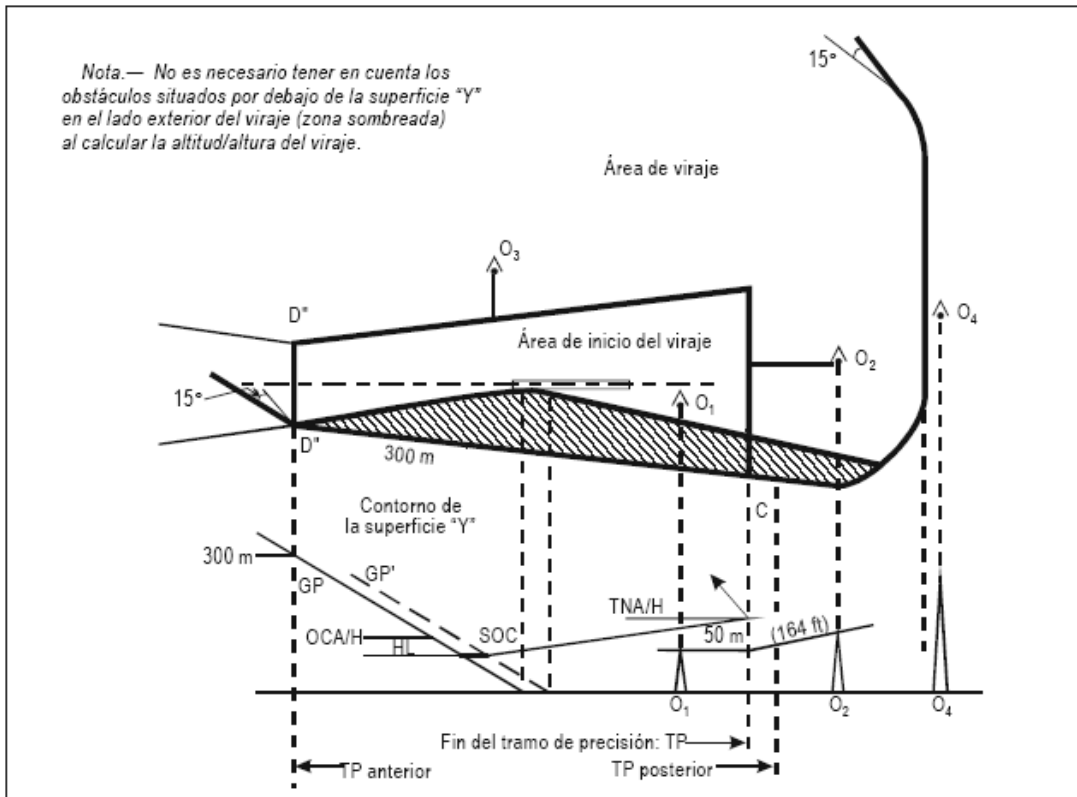


Figura II-1-17. Viraje a una altitud designada

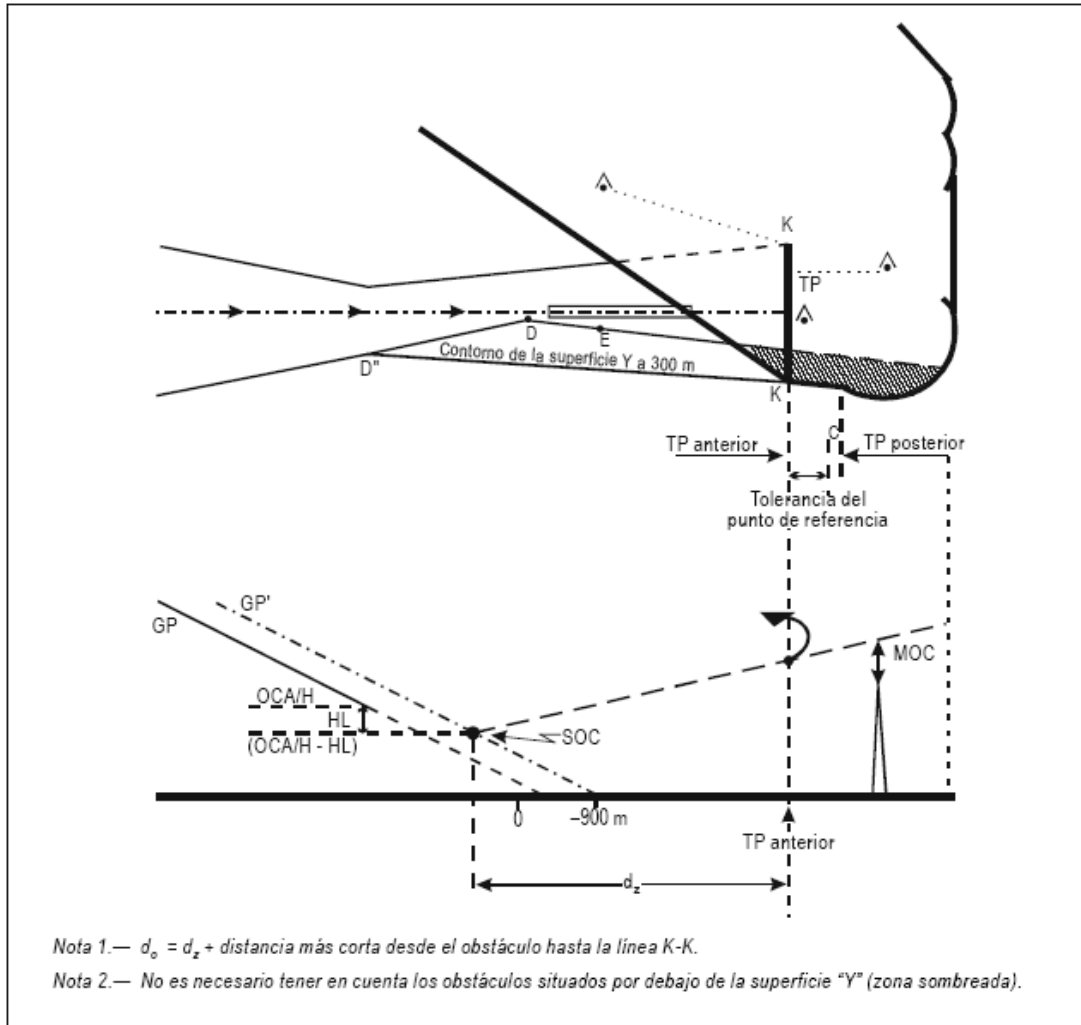


Figura II-1-1-18. Viraje en un TP designado (con punto de referencia de TP)

**Anexo 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 anexo 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 aumente la OCA/H.

1.2 Asimismo, este anexo 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-AN 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 se mantendrá 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-AN 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-AN 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-AN 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 (ho, do)

Siempre que se encuentren obstáculos en el área de viraje, es posible encontrar una OCH compatible con dichos obstáculos utilizando la fórmula:

$$OCH = \frac{(h_o + MOC) \cot Z - d}{\cot Z + \cot \theta} + 900 + HL$$

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) + do

En caso de viraje a una altitud dada:

do es la distancia más corta desde el obstáculo hasta el límite del área de inicio del viraje y  
 $d = \text{distancia (desde el umbral hasta el TP anterior)} + do$

En caso de viraje en un TP designado:

do 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 dif (alt), el aumento necesario de la OCH [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:

- a) el contorno de la OAS a 300 m truncado por la línea que une los puntos D''; y
- b) dos líneas DTL definidas de la forma siguiente:

$$DT = (HL - RDH) \cot \theta + 900 \text{ m en unidades del SI}$$

donde DT es la distancia desde un punto de aproximación frustrada en la GP hasta el correspondiente SOC en GP'.

Seguidamente, la distancia DT se traza desde cada punto D'' en la dirección de E'' a los puntos Y y V. A continuación se construyen las líneas DTL 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-AN 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-AN A-4) se vuelve paralelo a la línea DTL y para virajes de ángulos mayores, también se considerará 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-AN 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-AN 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:

$$\text{Altitud/altura de viraje} + do \tan Z - \text{MOC}$$

siendo:

do = la distancia más corta entre el obstáculo y la línea del punto de viraje (véase la Figura II-1-1-AN 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:

$$\text{Altitud/altura de viraje} + do \tan Z - \text{MOC}$$

siendo:

do = 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-AN 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:

$$AwXM + Cw + do \tan Z - MOC$$

siendo:

Aw = coeficiente A de la OAS W

XM = coordenada X de la OAS para el punto M

Cw = coeficiente C de la OAS W

do = 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-AN 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-AN 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:

$$\text{Altitud/altura de viraje} + do \gamma - 50 \text{ m}$$

siendo:

do = 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-AN 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-AN 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-AN A-6 y II-1-1-AN A-7 se modifican como se ilustra en las Figuras II-1-1-AN A-8 y II-1-1-AN 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.

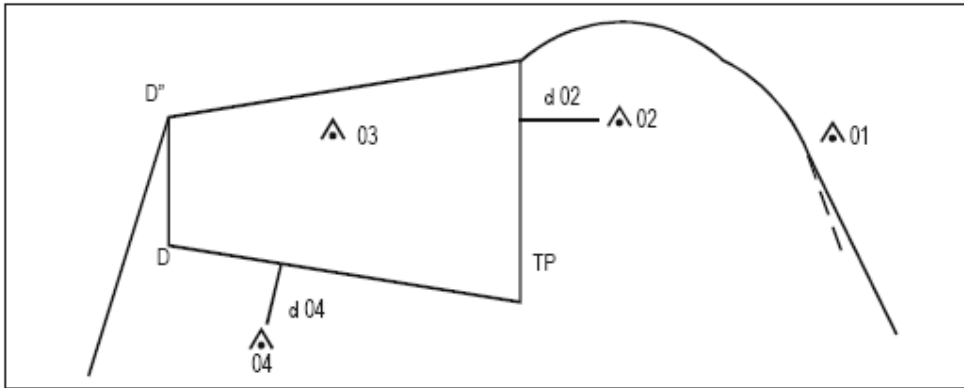


Figura II-1-1-AN A-1. Viraje a una altitud dada

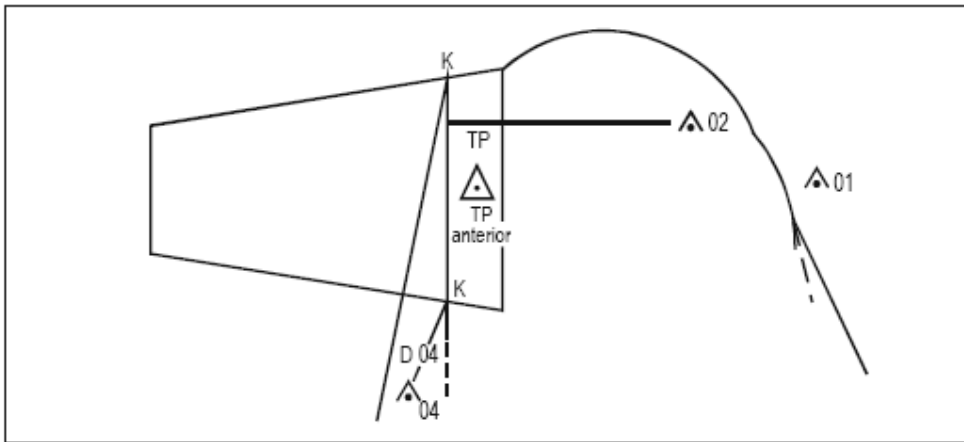


Figura II-1-1-AN A-2. Viraje en un punto de viraje designado

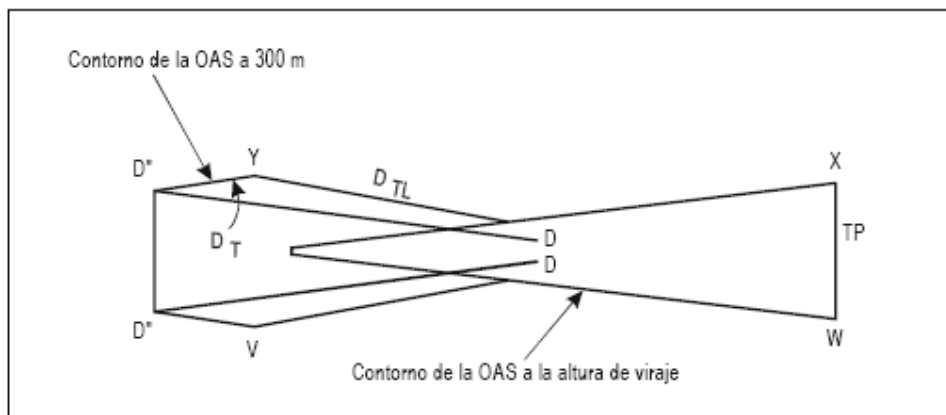


Figura II-1-1-AN A-3. Área de inicio del viraje (altura de viraje: 90 m)

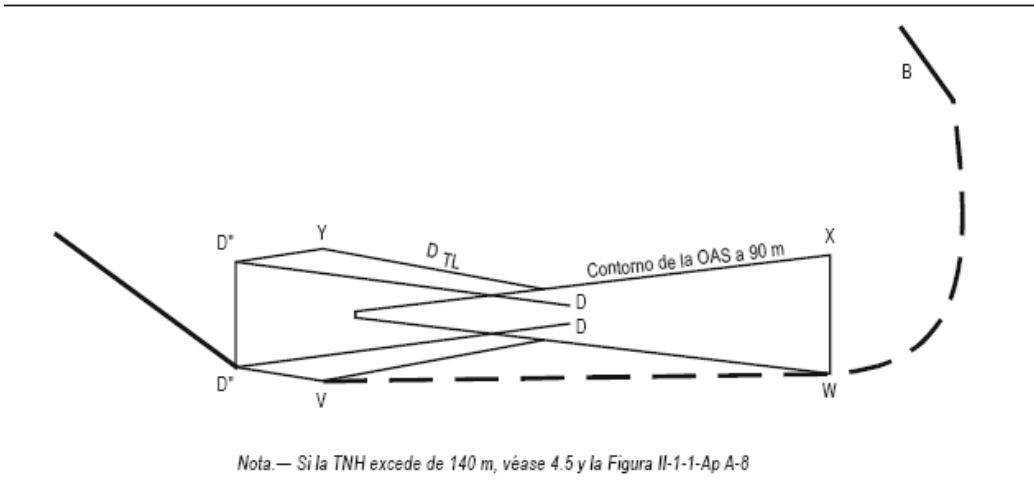


Figura II-1-1-AN A-4. Área de viraje (TNH = 90 m)

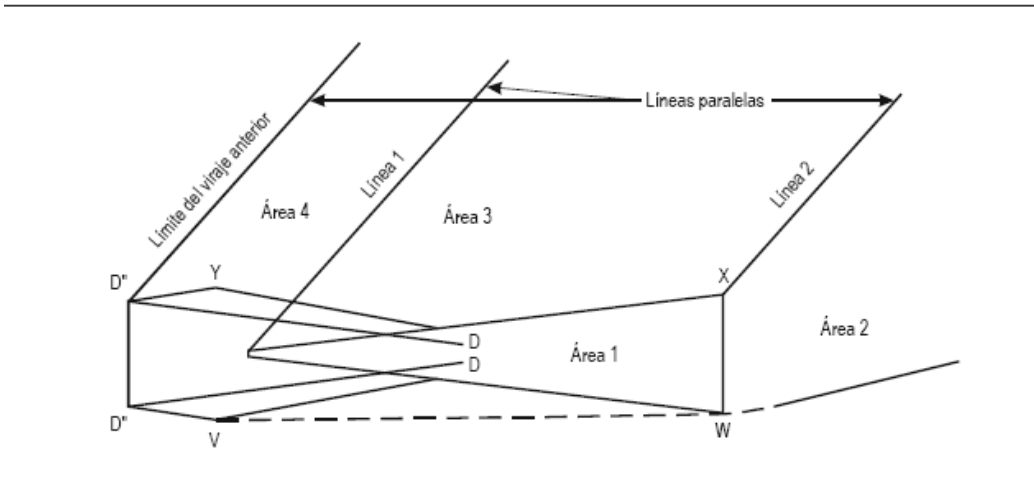


Figura II-1-1-AN A-5. Áreas para la aplicación del margen de franqueamiento de obstáculos (TNH = 90 m)

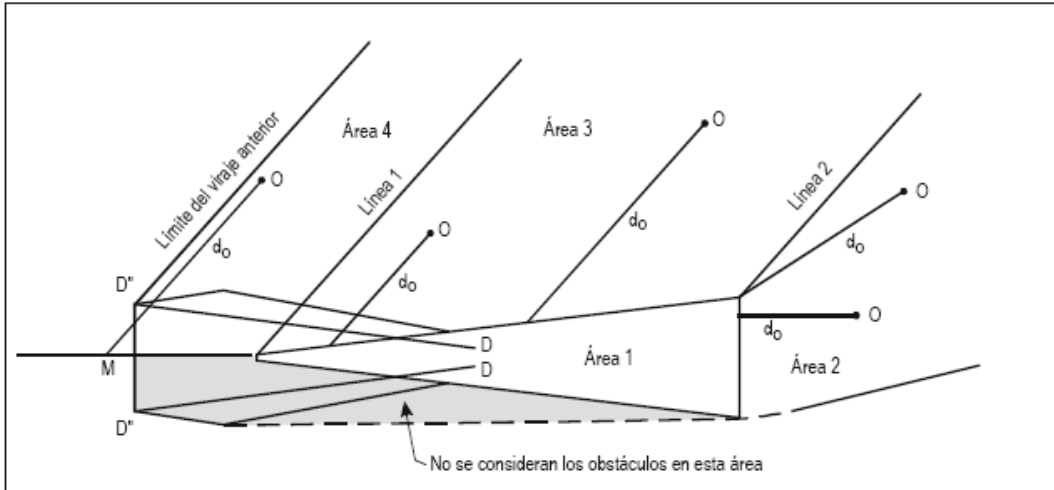


Figura II-1-1-AN A-6. Medición de las distancias  $d_o$  hasta los obstáculos (viraje de menos de  $75^\circ$ )

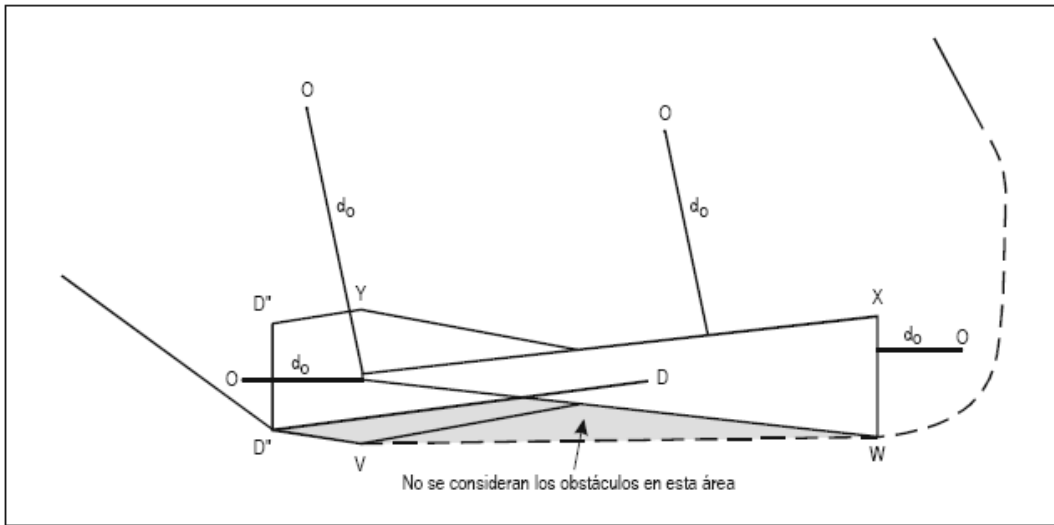


Figura II-1-1-AN A-7. Medición de las distancias  $d_o$  hasta los obstáculos (viraje de más de  $75^\circ$ )

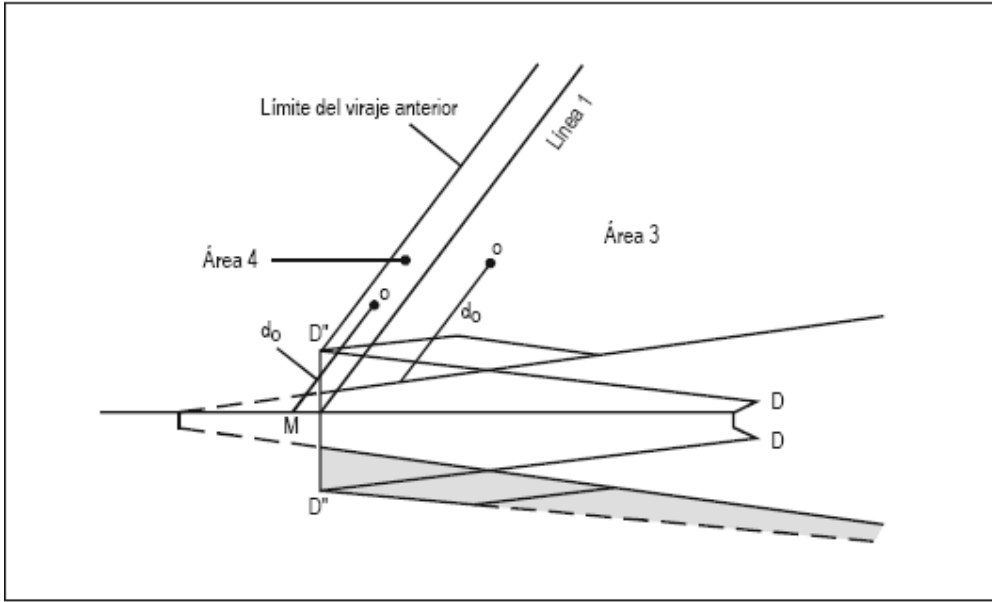


Figura II-1-1-ANA-8. Caso en que la TNH está por encima de (aproximadamente) 140 m (viraje de menos de 75°)

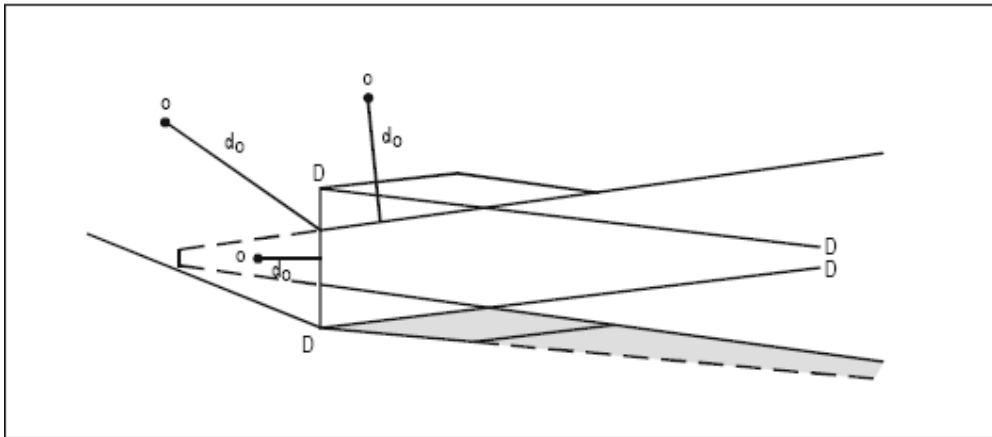


Figura II-1-1-ANA-9. Caso en que la TNH está por encima de (aproximadamente) 140 m (viraje de más de 75°)

**Anexo B del Capítulo 1.**  
**ILS: APROXIMACIONES CON ÁNGULO DE TRAYECTORIA DE PLANEAMIENTO PRONUNCIADO.**

**1. GENERALIDADES**

En el procedimiento de aproximación sólo se utilizarán ángulos de trayectoria de planeamiento de 3,5° para el franqueamiento de obstáculos y no se emplearán como medio para incorporar procedimientos de atenuación del ruido. Tales procedimientos con más de 3.5 en la aproximación no están regulados, por lo que requieren una autorización especial de la autoridad aeronáutica.(DOSA/DAN) en el caso de ser necesaria una pendiente mayor de 3.5 grados.

**2. DISEÑO DEL PROCEDIMIENTO**

**2.1 Criterios de franqueamiento de obstáculos**

Los siguientes criterios de franqueamiento de obstáculos se ajustarán al ángulo específico de la trayectoria de planeamiento:

- 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 AW se determina mediante la fórmula

$$AW = 0,0239 + 0,0092 (\theta - 2,5)$$

siendo  $\theta$  el ángulo de la trayectoria de planeamiento expresado en grados.

Coficiente CW = -6,45

Superficies X e Y: para todos los ángulos de trayectoria de planeamiento de más de 3,5°, se utilizan los coeficientes de las superficies X e Y para una trayectoria de planeamiento de 3,5° a la distancia apropiada del localizador/umbral.

Superficie Z: el coeficiente Cz para la superficie Z se determina mediante la fórmula

$$CZ = -AZ XZO$$

Siendo

AZ el coeficiente A para la pendiente de aproximación frustrada seleccionada y Xzo la nueva coordenada del origen de la superficie Z:

$$XZO = -900 - 50 (\theta - 3,5^\circ)/0,1^\circ$$

**2.3 Determinación de la altura del obstáculo de aproximación equivalente**

Utilícese la fórmula:

$$ha = [hma \cot Z + (x - Xzo)] / (\cot Z + \cot \theta)$$

siendo:

ha = altura del obstáculo de aproximación equivalente

hma = altura del obstáculo de aproximación frustrada

$\theta$  = ángulo de la trayectoria de planeo

Z = ángulo de la superficie de aproximación frustrada

Xzo = nueva coordenada del origen de la superficie Z

x = distancia del obstáculo relativa al umbral (negativa después del umbral).

*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" (Xzo) 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 calificaciones adecuadas (véase la RAC 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 3,5° o de menos de 3,5°

El margen de pérdida de altura puede obtenerse mediante extrapolación a partir de las fórmulas de 1.4.8.8.3.1. 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 Vat 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 calificaciones de la tripulación, etc.



**Anexo C del Capítulo 1**  
**DETERMINACIÓN DE LAS ALTURAS Y DISTANCIAS DE DESCENSO DE LA**  
**TRAYECTORIA DE PLANEEO ILS.**

1. Las alturas (H) y las distancias horizontales (D) de la trayectoria de planeo ILS 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. Se considerará 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 de la RAC 10 a y de los PANS-OPS de la OACI. Para realizar esta comprobación, pueden utilizarse las Tablas II-1-1-AN C-1 y II-1-1-AN 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-AN C-1 se corregirán añadiendo  $\Delta H$ ; siendo:

unidades del SI:

$$\Delta H = h - 15 \quad [\text{Tabla II-1-1-AN C-1a}]$$

Y

unidades ajenas al SI:

$$\Delta H = h - 49 \quad [\text{Tabla II-1-1-AN C-1b}]$$

b) los valores obtenidos de la Tabla II-1-1-AN C-2 se corregirán añadiendo  $\Delta D$ ; siendo:

unidades del SI:

$$\Delta D = 0,00092(15 - h) \cot \theta \quad [\text{Tabla II-1-1-AN C-2a}]$$

Y

unidades ajenas al SI:

$$\Delta D = 0,0001514(49 - h) \cot \theta \quad [\text{Tabla II-1-1-AN C-2b}]$$

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-AN C-1 y II-1-1-AN 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.

*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.*

*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-AN 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-AN 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-AN 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	7 990	8 912	9 831	10 746	11 656	12 561	13 461
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

## **Anexo 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, se efectuará 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 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 ILS 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 ni de la distancia entre el localizador y el umbral. Las constantes figuran en la Tabla II-1-1-AN 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-AN 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 son las de la Tabla II-1-1-AN D-1 y ser sustituidas en la ecuación  $z = Ax' + By' + C$ . De igual forma, la altura de las superficies OAS se calcularán 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 considerará 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 se identificarán y se tendrán en cuenta para su representación electrónica en las pantallas de los controladores.

3.4.2 Siempre que sea posible, los obstáculos se eliminarán. Cuando la eliminación de obstáculos no sea posible, se establecerán los reglamentos operacionales de tránsito aéreo para evitarlos y será necesario efectuar una evaluación de riesgos a fin de decidir si se aprobarán operaciones independientes simultáneas ILS en pistas paralelas.

Tabla II-1-1-AN 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



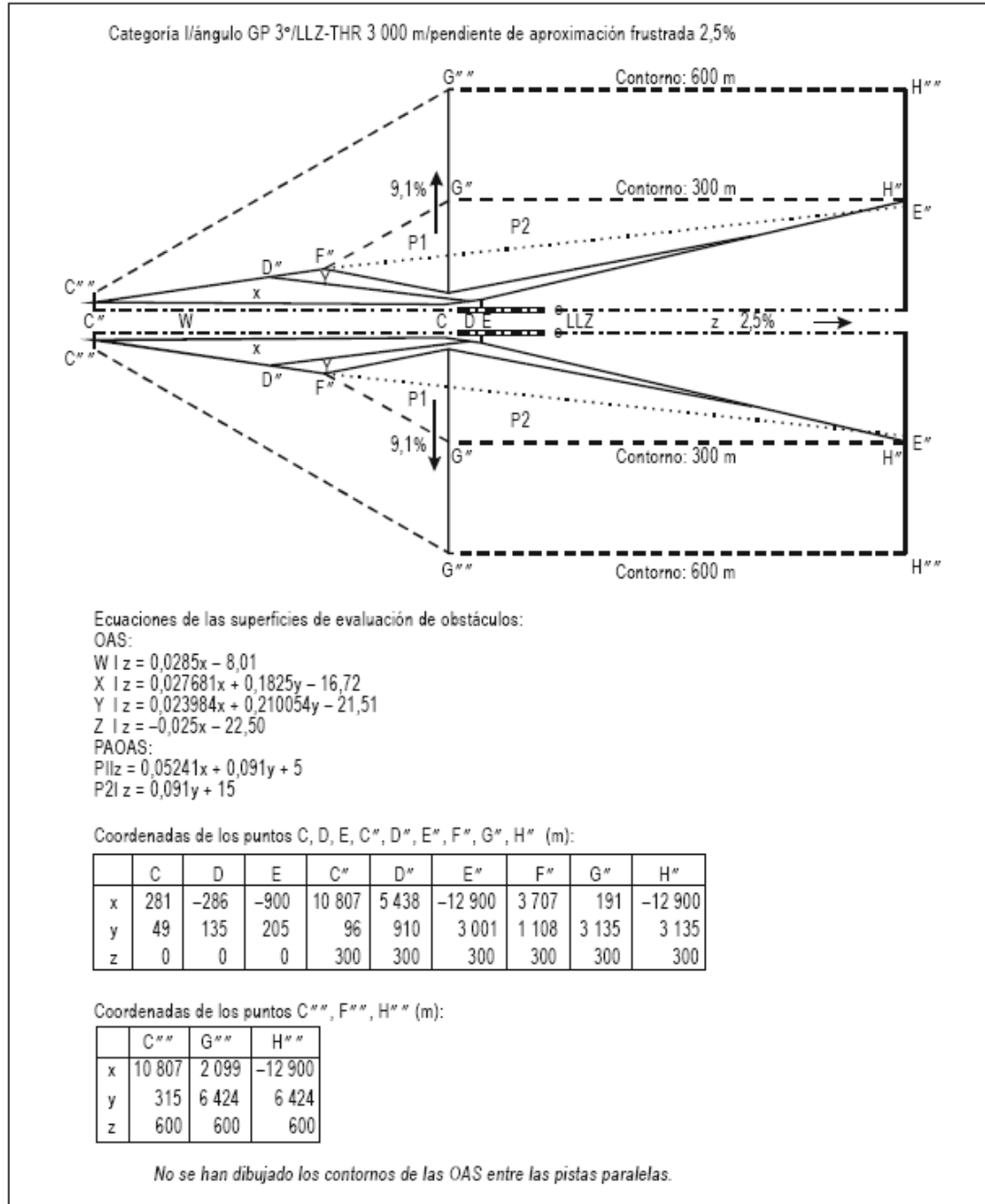


Figura II-1-1-AN D-1. Ejemplo de contornos de las PAOAS y OAS típicas para aeronaves de dimensiones normalizadas

**Anexo E del Capítulo 1**  
**CÁLCULO DE LA ALTURA DE LA SUPERFICIE DE EVALUACIÓN DE OBSTÁCULOS**

El CD-ROM OAS de los PANS-OPS de la OACI, proporciona el cálculo de los parámetros de las superficies de evaluación de obstáculos (OAS) para datos específicos de geometría ILS/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 de la parte III.

## Parte II. PROCEDIMIENTOS CONVENCIONALES.

### Sección 1. APROXIMACIONES DE PRECISIÓN.

#### 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 intersectará la prolongación del eje de la pista:

- a) en un ángulo que no exceda de  $5^\circ$ ; y
- b) 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 incluirá 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:

- a) 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
- b) la OCA/H para este procedimiento será de al menos: altitud/altura de interceptación + 20 m (66 ft).

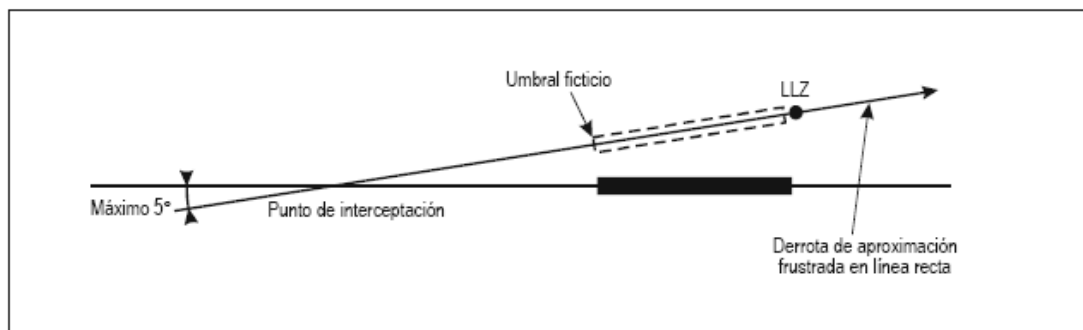


Figura II-1-2-1. Localizador desplazado

## **Parte II. PROCEDIMIENTOS CONVENCIONALES.**

### **Sección 2. APROXIMACIONES QUE NO SON DE PRECISIÓN**

#### **Capítulo 1. LOCALIZADOR (LLZ) 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", **reemplazándose 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 reemplazar 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 solo 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 especificara la misma pendiente de descenso, tanto para el procedimiento ILS con trayectoria de planeo fuera de servicio como para el correspondiente procedimiento ILS.

#### 1.3.6 Promulgación

1.3.6.1 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 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".

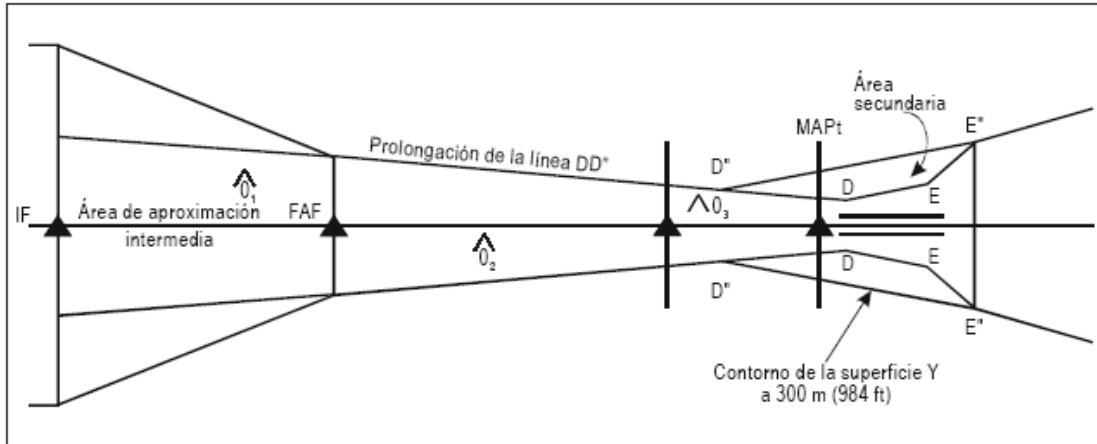


Figura II-2-1-1. Procedimiento con localizador únicamente — áreas

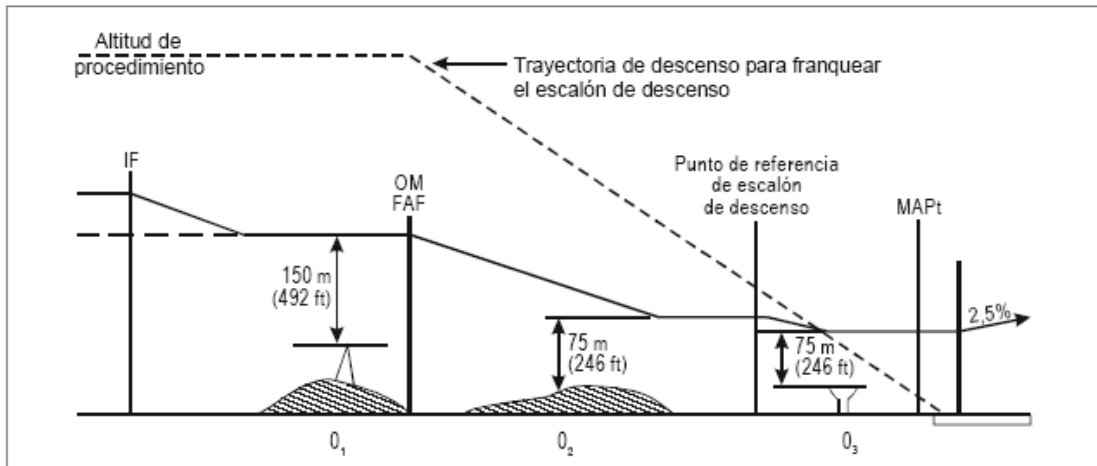


Figura II-2-1-2. Procedimiento con localizador únicamente — margen de franqueamiento de obstáculos y altitud de procedimiento

## **Parte II. PROCEDIMIENTOS CONVENCIONALES.**

### **Sección 2. APROXIMACIONES QUE NO SON DE PRECISIÓN**

#### **Capítulo 2. VOR O NDB SIN FAF.**

*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, se insta a la no aplicación de los procedimientos de aproximación que figuran en este capítulo, los cuales solo se considerarán después de previa consulta con la autoridad aeronáutica (DOS/DAN) cuando sea necesario prestar un servicio específico a aeronaves sin equipo RNAV.*

#### **2.1 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 comprenderán 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.

#### **2.2 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.

#### **2.3 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.

#### **2.4 Tramo de aproximación final.**

##### **2.4.1 Generalidades**

La aproximación final comienza en el punto donde el procedimiento de inversión o de hipódromo intersecta la derrota de aproximación final en acercamiento.

##### **2.4.2 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").

##### **2.4.3 Área**

2.4.3.1 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, se llevará 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.

#### 2.4.3.2 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").

#### 2.4.3.3 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").

### 2.4.4 Margen de franqueamiento de obstáculos

#### 2.4.4.1 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.

#### 2.4.4.2 Aproximación en circuito

2.4.4.2.1 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)"].

2.4.4.2.2 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 maniobrará visualmente para interceptar el eje de la FATO. Idealmente, la derrota se alineará con el centro de la FATO; en casos excepcionales, se puede alinear con un punto en el espacio.

## 2.5 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".

## 2.6 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.



## 2.7 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.

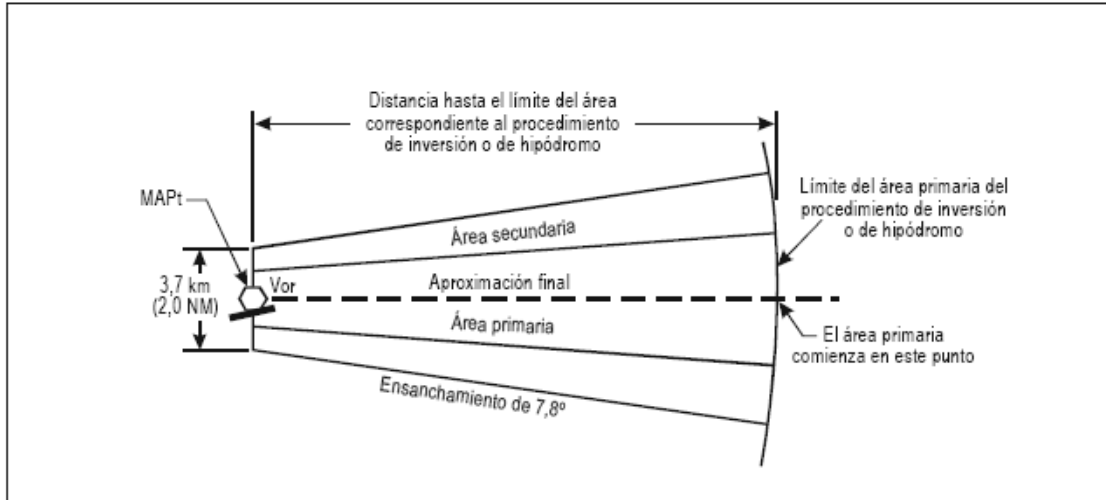


Figura II-2-3-1. Área de aproximación final (VOR)

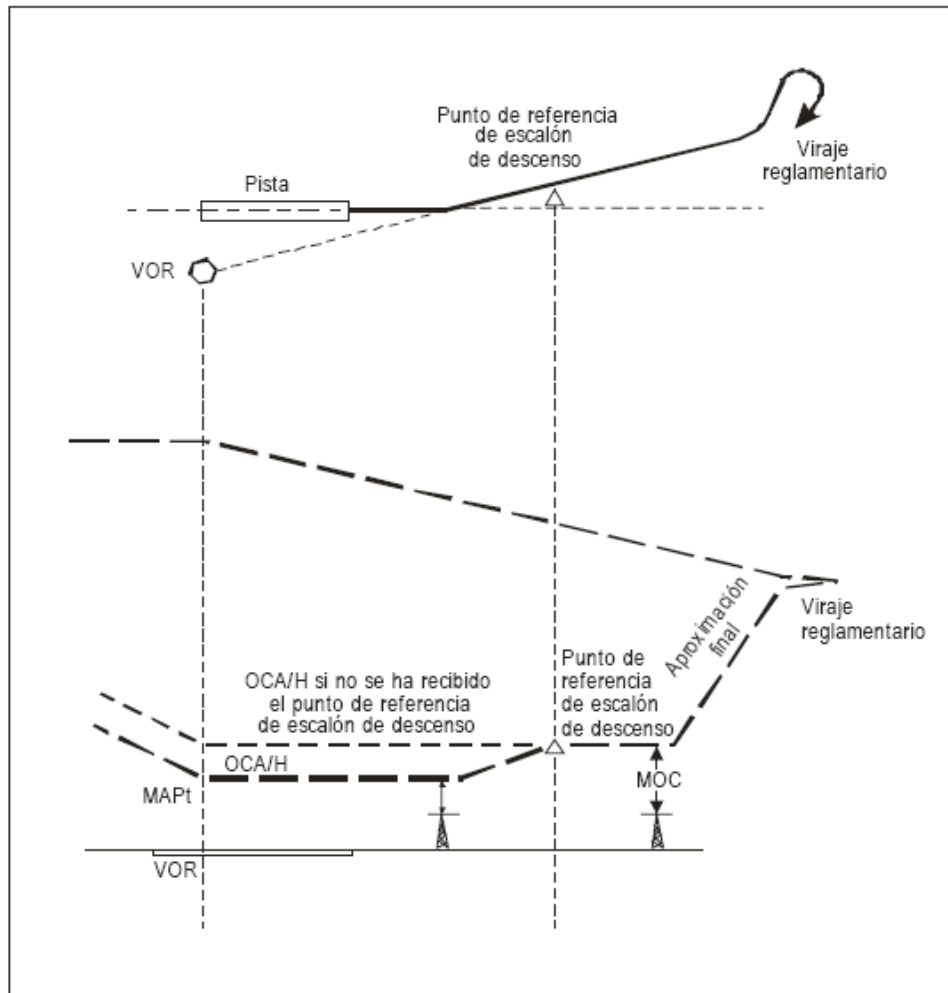


Figura II-2-3-2. Punto de referencia de escalón de descenso con doble OCA/H

## **Parte II. PROCEDIMIENTOS CONVENCIONALES.**

### **Sección 2. APROXIMACIONES QUE NO SON DE PRECISIÓN**

#### **Capítulo 3. VOR O NDB CON FAF**

##### **3.1 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.

##### **3.2 Tramo de aproximación inicial.**

Se aplican los criterios generales de la Parte I, Sección 4, Capítulo 3.

##### **3.3 Tramo de aproximación intermedia.**

Se aplican los criterios generales de la Parte I, Sección 4, Capítulo 4.

##### **3.4 Tramo de aproximación final.**

3.4.1 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.

##### **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 únicamente de aproximación en circuito. (Véase la Parte I, Sección 4, Capítulo 5, 5.2, “Alineación”).

##### **3.4.3 Pendiente de descenso**

3.4.3.1 Se aplican los criterios de pendiente de descenso de la Parte I, Sección 4, Capítulo 5, 5.3, “Pendiente de descenso”.

3.4.3.2 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 se publicará en la carta de aproximación correspondiente, en incrementos de 2 Km. (1 NM).

##### **3.4.4 Área**

3.4.4.1. 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.

3.4.4.2 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.

3.4.4.3 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 será 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.

3.4.4.4 Si el viraje en el FAF es de más de 10°, el área de aproximación final se ampliará 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)".

3.4.5 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.

3.4.6 Margen de franqueamiento de obstáculos

3.4.6.1 *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 Parte I, Sección 2, Capítulo 1, 1.7, "Aumento de altitudes/alturas para zonas montañosas".

3.4.6.2 *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)".

### **3.5 Punto de aproximación frustrada (MAPt).**

3.5.1 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.

3.5.2 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.

3.5.3 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.

### **3.6 Promulgación.**

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 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.

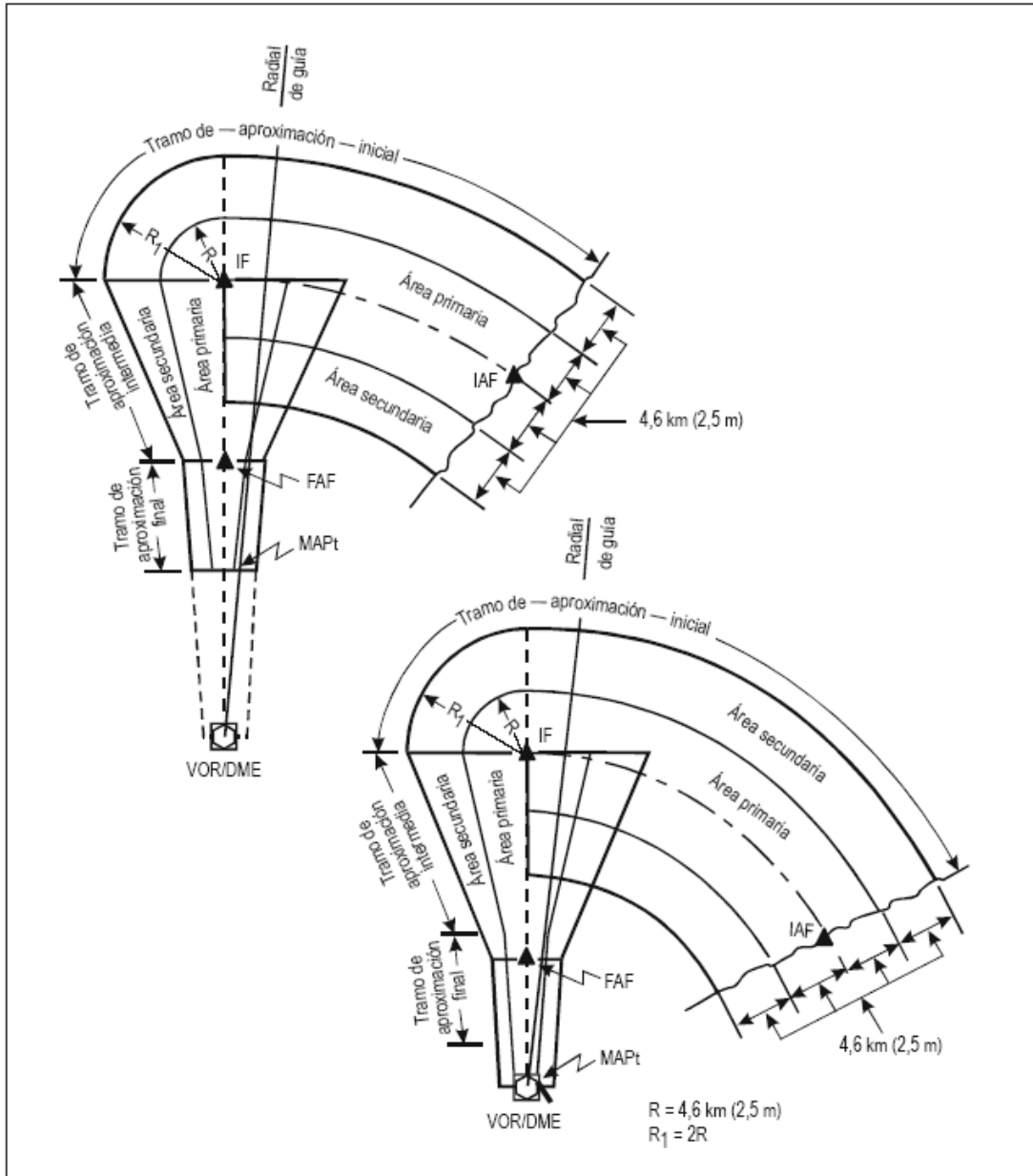


Figura II-2-4-1. Tramos característicos de aproximación (con arcos DME)

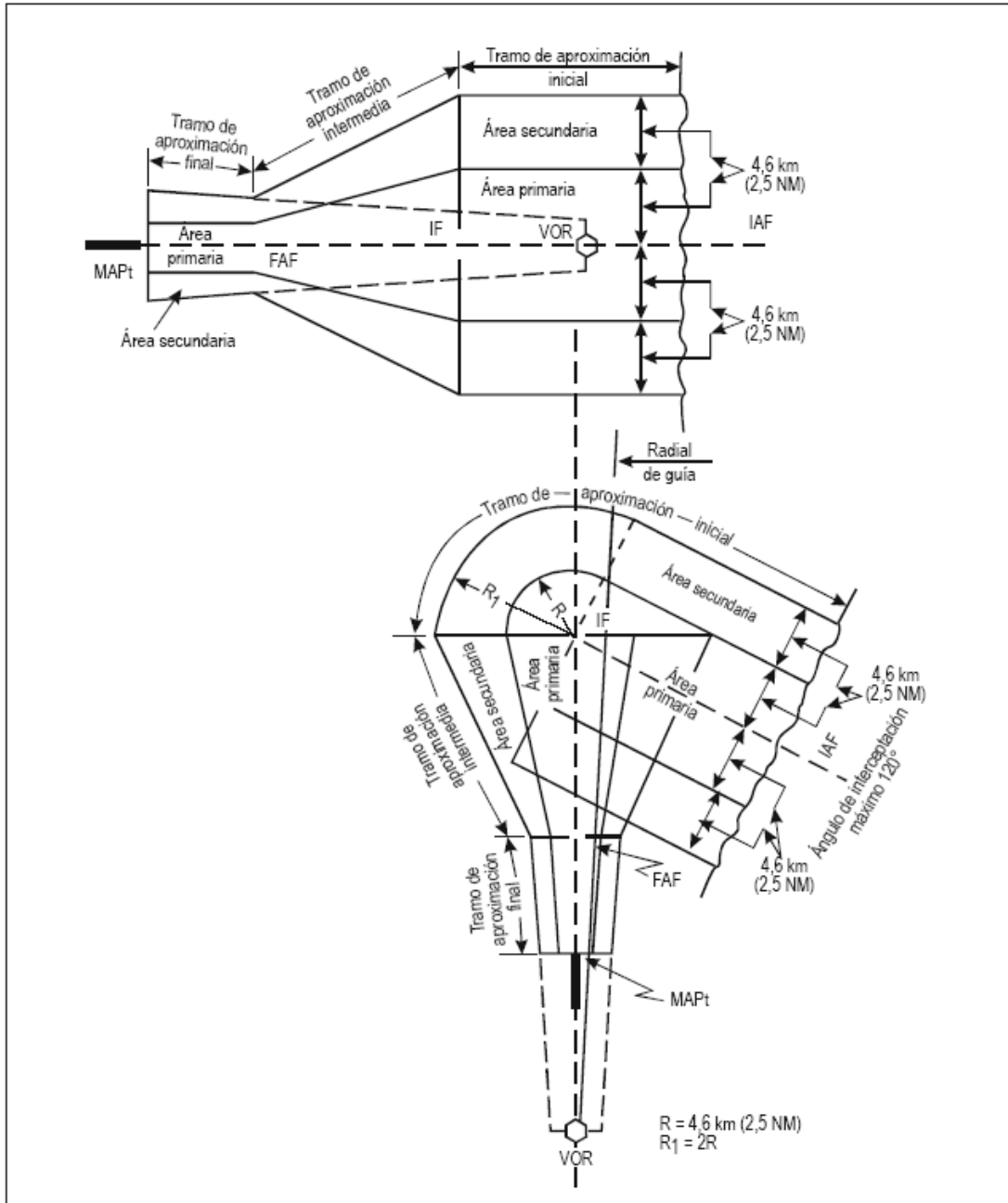


Figura II-2-4-2. Tramos característicos de aproximación (directa y con viraje de más de 90°)

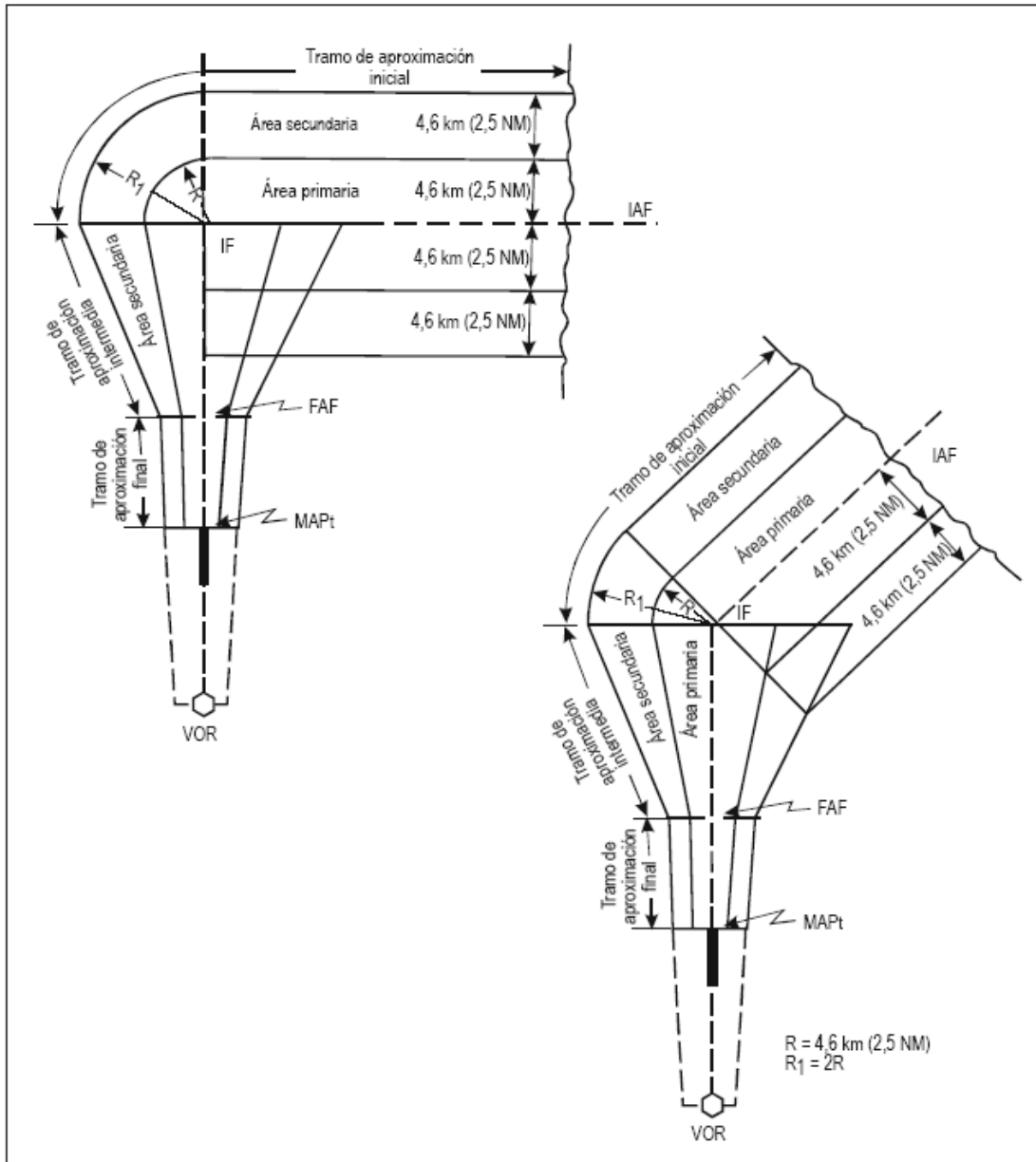


Figura II-2-4-3. Tramos característicos de aproximación (con virajes de 45° y 90°)



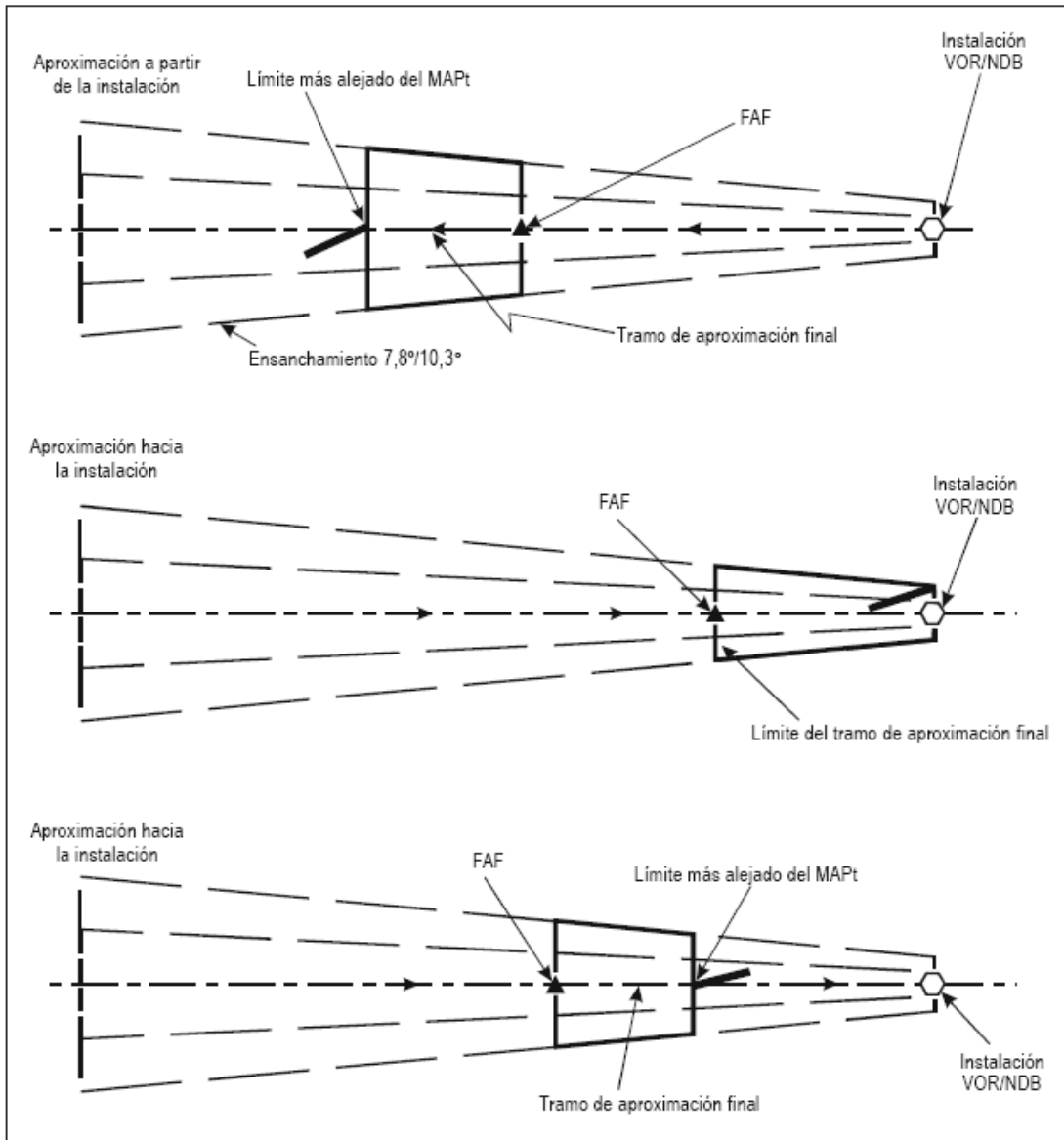


Figura II-2-4-4. Tramo de aproximación final (VOR/NDB)

## **Parte II. PROCEDIMIENTOS CONVENCIONALES.**

### **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 se considera 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 Anexo 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 se aplicará 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 se tendrán 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 La Dirección de Aeronavegación identificará 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 trazarán 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,

$$[w = (2 h + 47) \text{ kt, con h expresada en miles de pies};]$$

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° con el tramo siguiente.

El valor de T se describe mediante la siguiente ecuación:

$$T = SA + 2 \cdot r + E_{165^\circ}$$

donde: r = radio del viraje

$E_{165^\circ}$  = efecto del viento para considerar un cambio de rumbo de 120°, más un ángulo de convergencia de 30°, más una deriva de 15°

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.

*Úsese la altitud mínima más elevada de todos los tramos que intersectan en el punto de viraje.*

*El ángulo máximo de viraje es de 120°.*

*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 fórmula 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

*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

La Dirección de Aeronavegación señalará cuáles son las zonas montañosas y las promulgará en su Publicación de información aeronáutica (AIP de Cuba), 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 trazarán 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%)

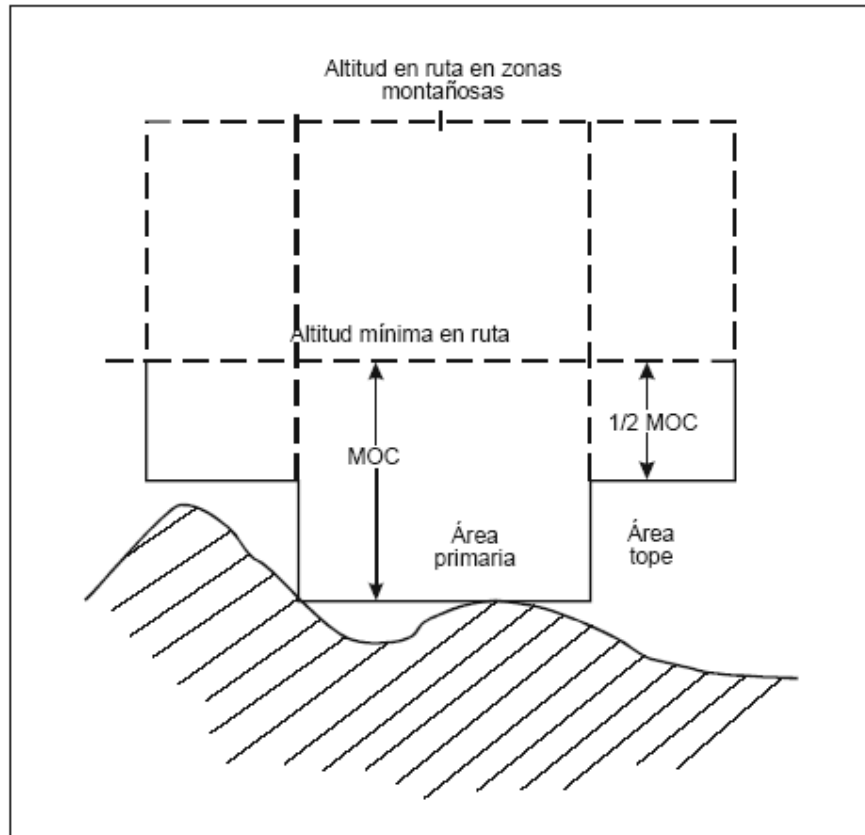


Figura II-3-1-1. MOC en ruta — áreas primaria y tope



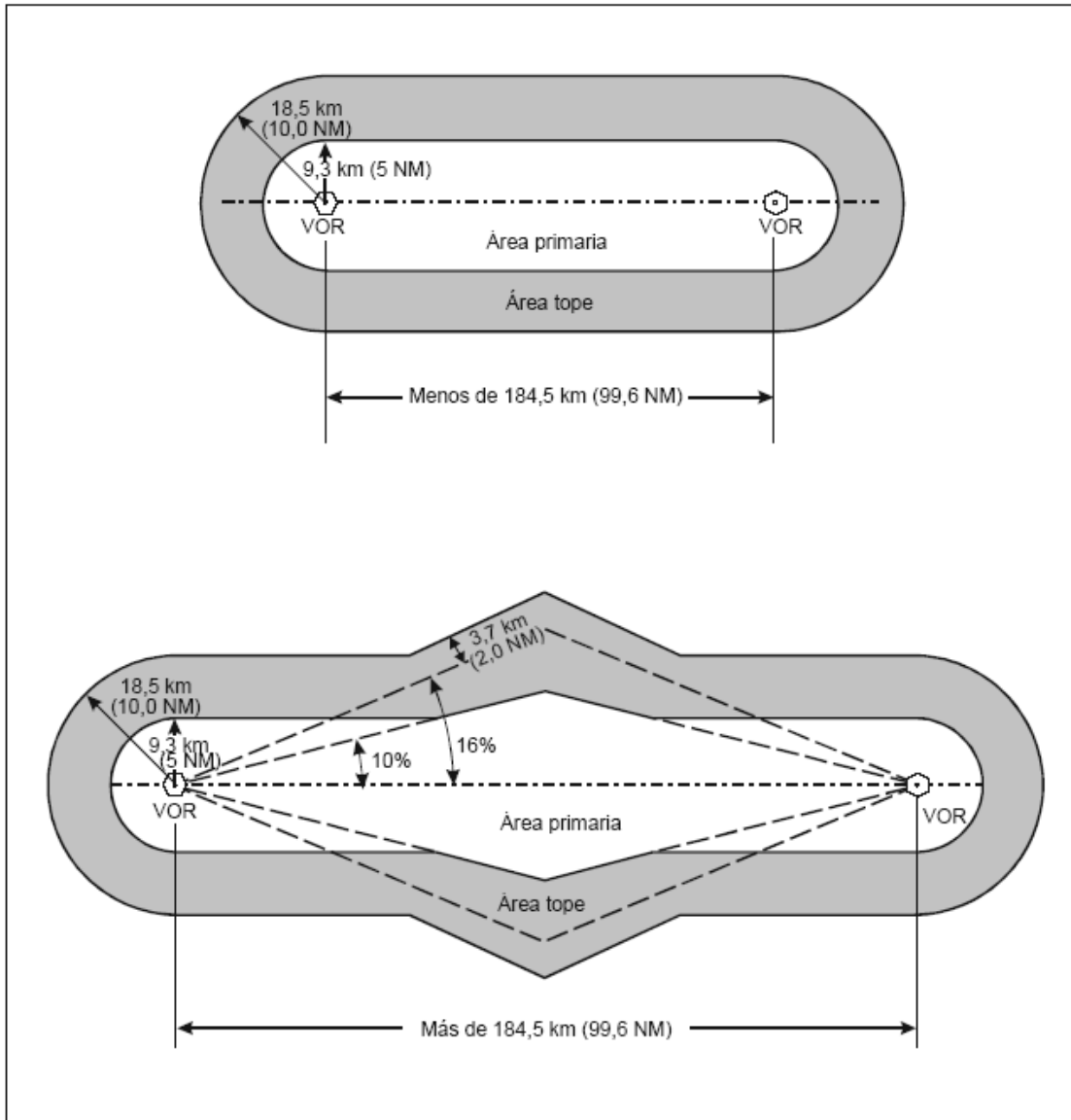


Figura II-3-1-2. Áreas de franqueamiento de obstáculos para navegación en ruta VOR.  
Tramo en línea recta

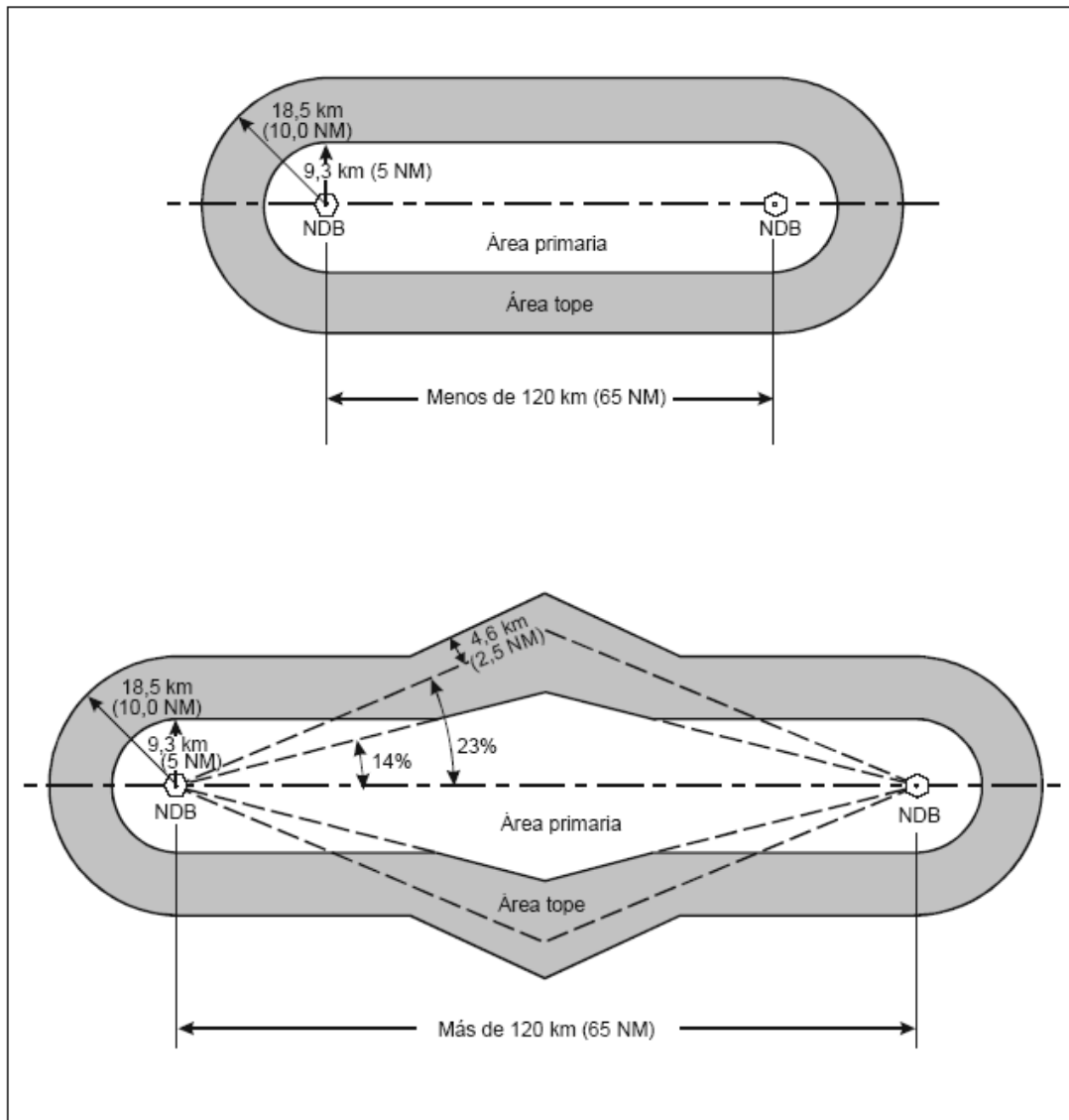


Figura II-3-1-3. Áreas de franqueamiento de obstáculos para navegación en ruta NDB.  
Tramo en línea recta



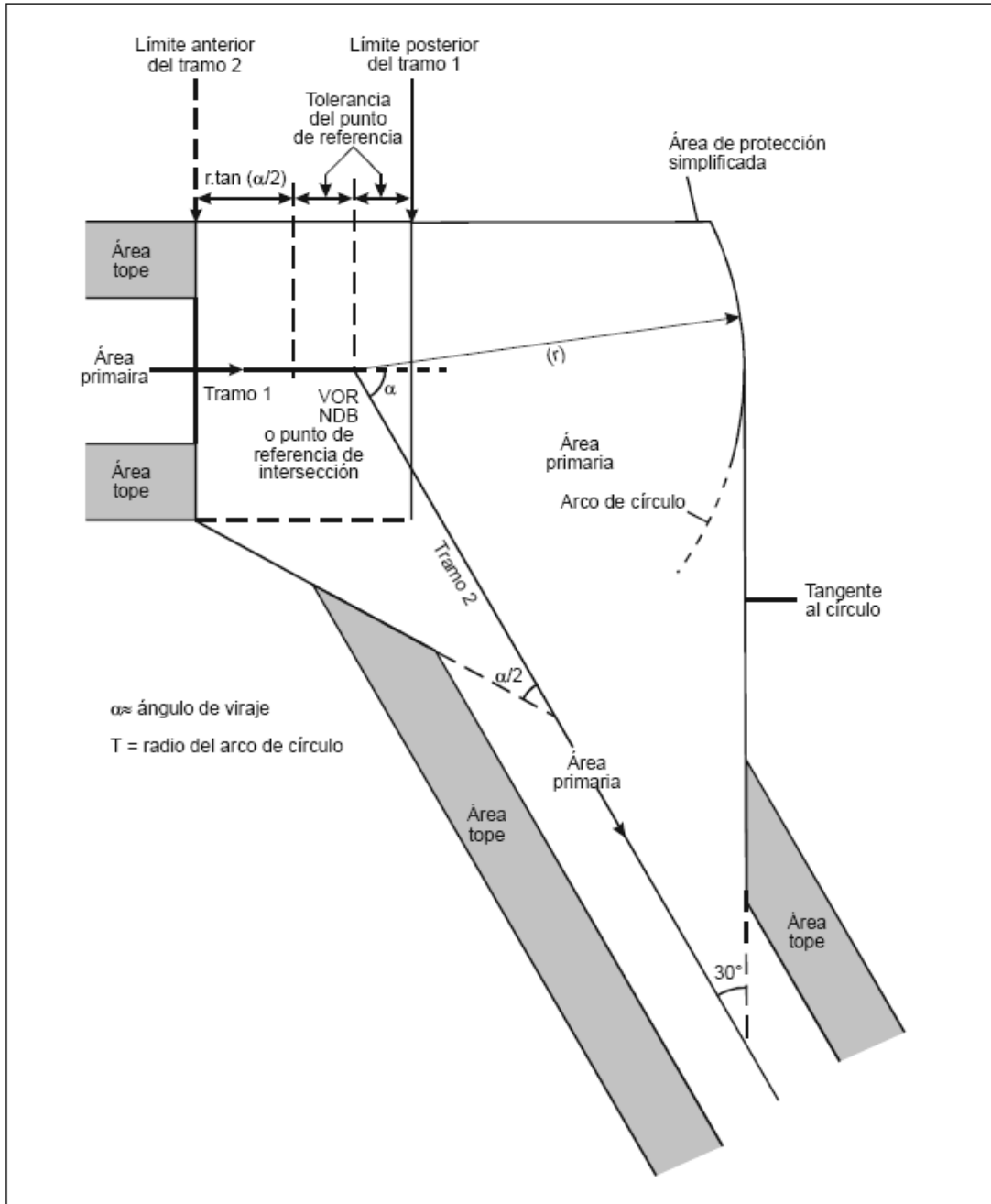


Figura II-3-1-5. Viraje en la vertical de una instalación o en un punto de referencia de intersección

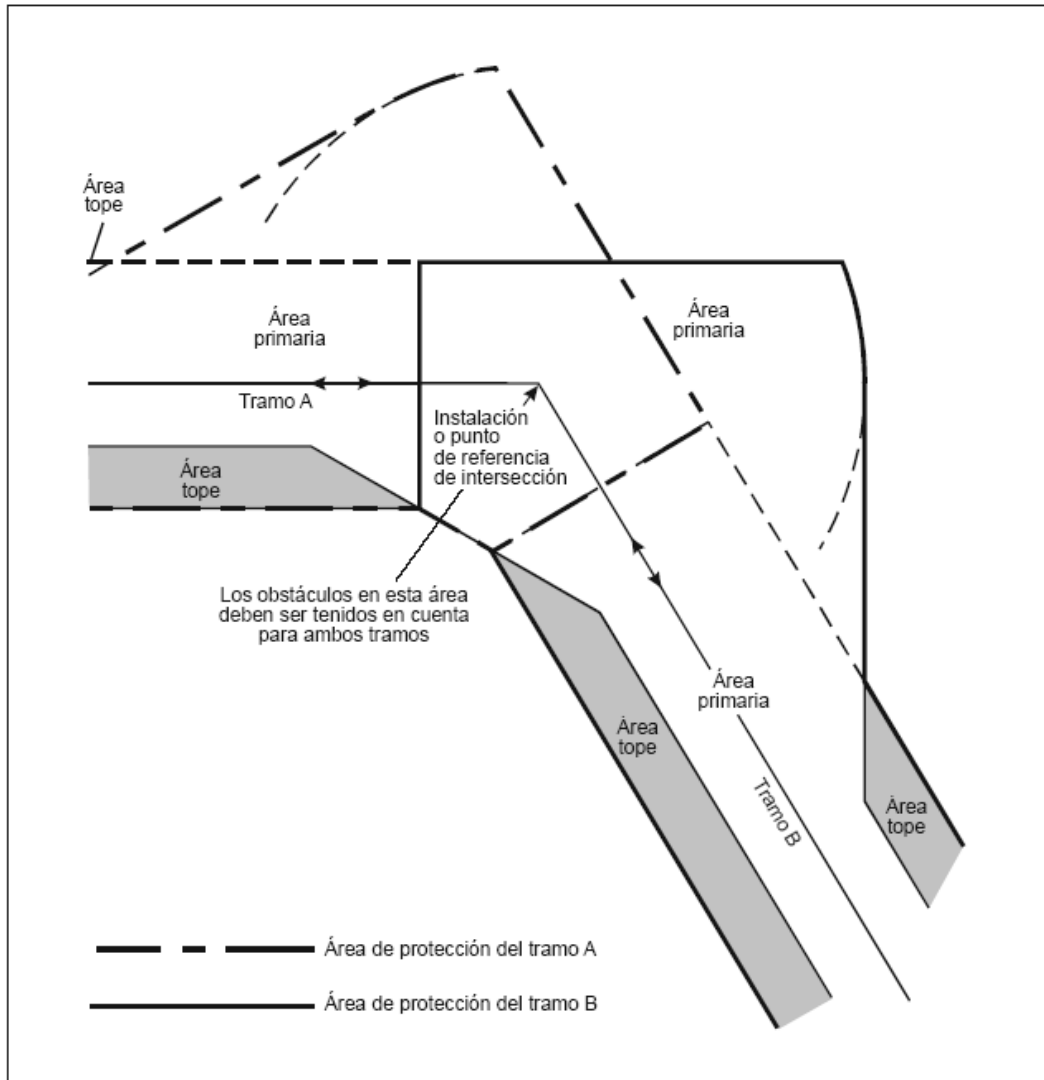


Figura II-3-1-6. Combinación de áreas de viraje para ambas direcciones del vuelo

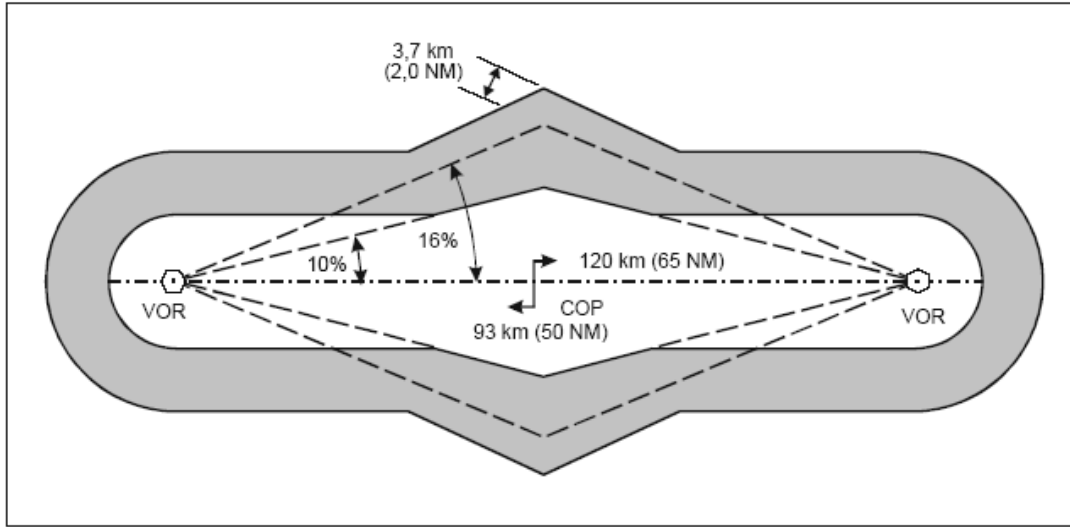


Figura II-3-1-7. Punto de cambio desplazado. Ejemplo con dos VOR

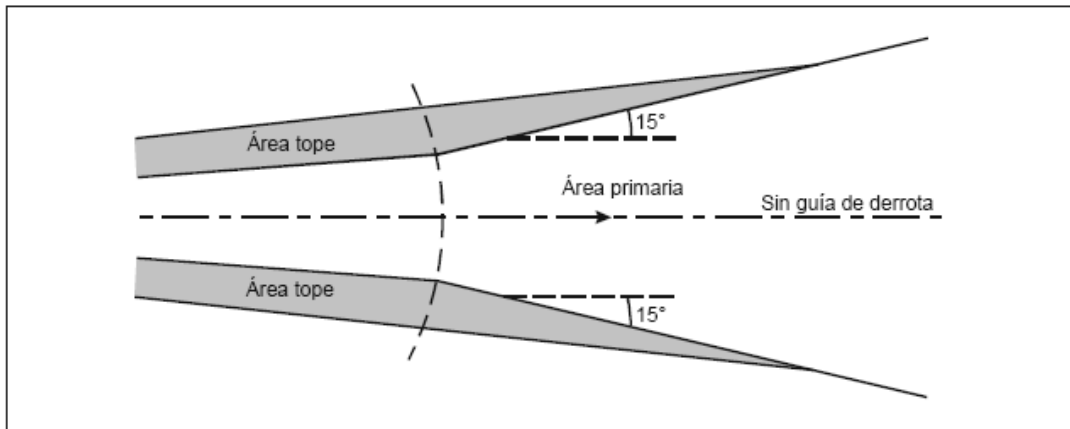


Figura II-3-1-8. Área sin guía de derrota

**Anexo 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 la RAC 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  $30^\circ$ ; 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  $15^\circ$ , 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 promulgarán.



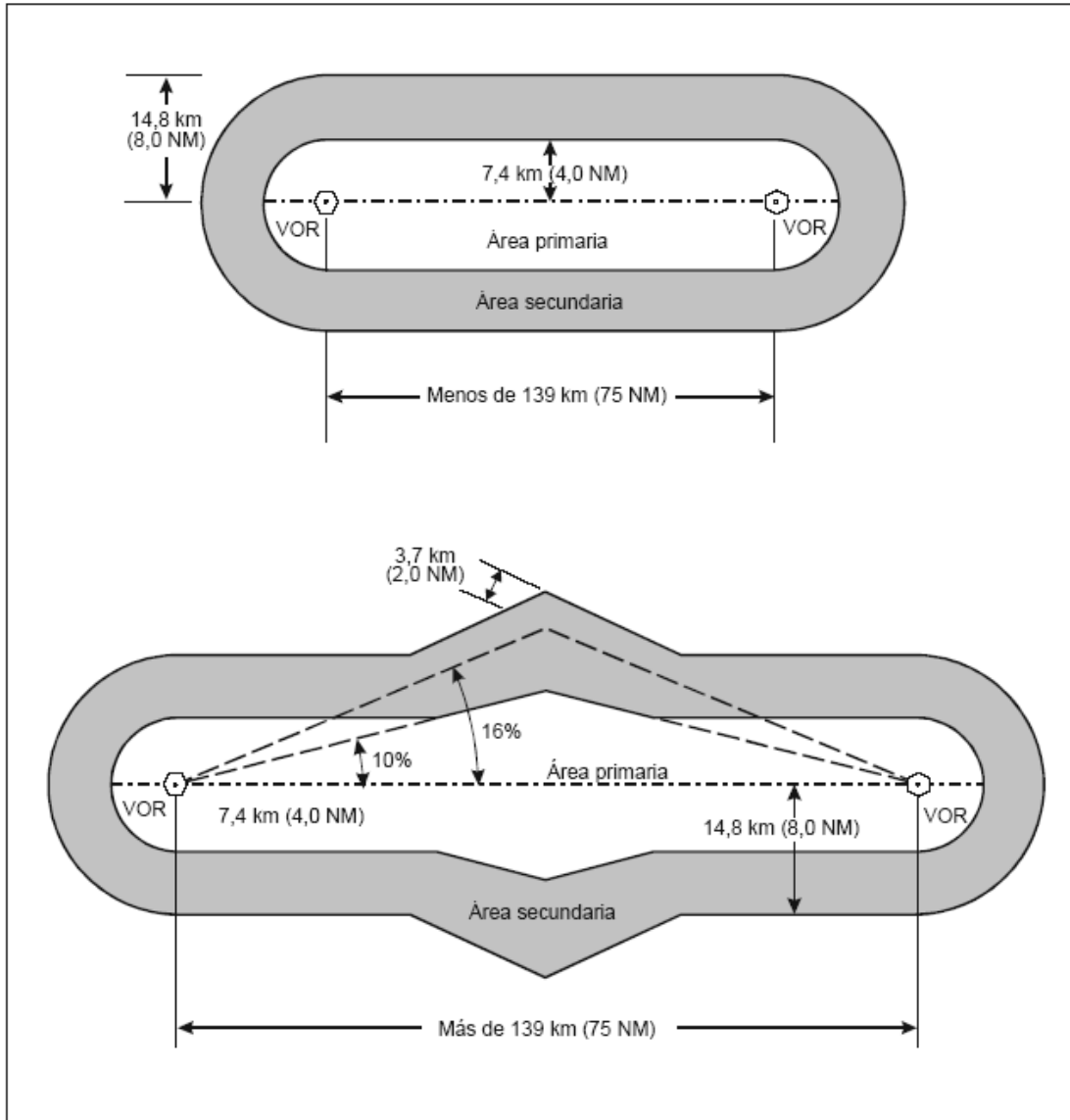


Figura II-3-1-Ap A-1. Áreas de franqueamiento de obstáculos para navegación en ruta VOR

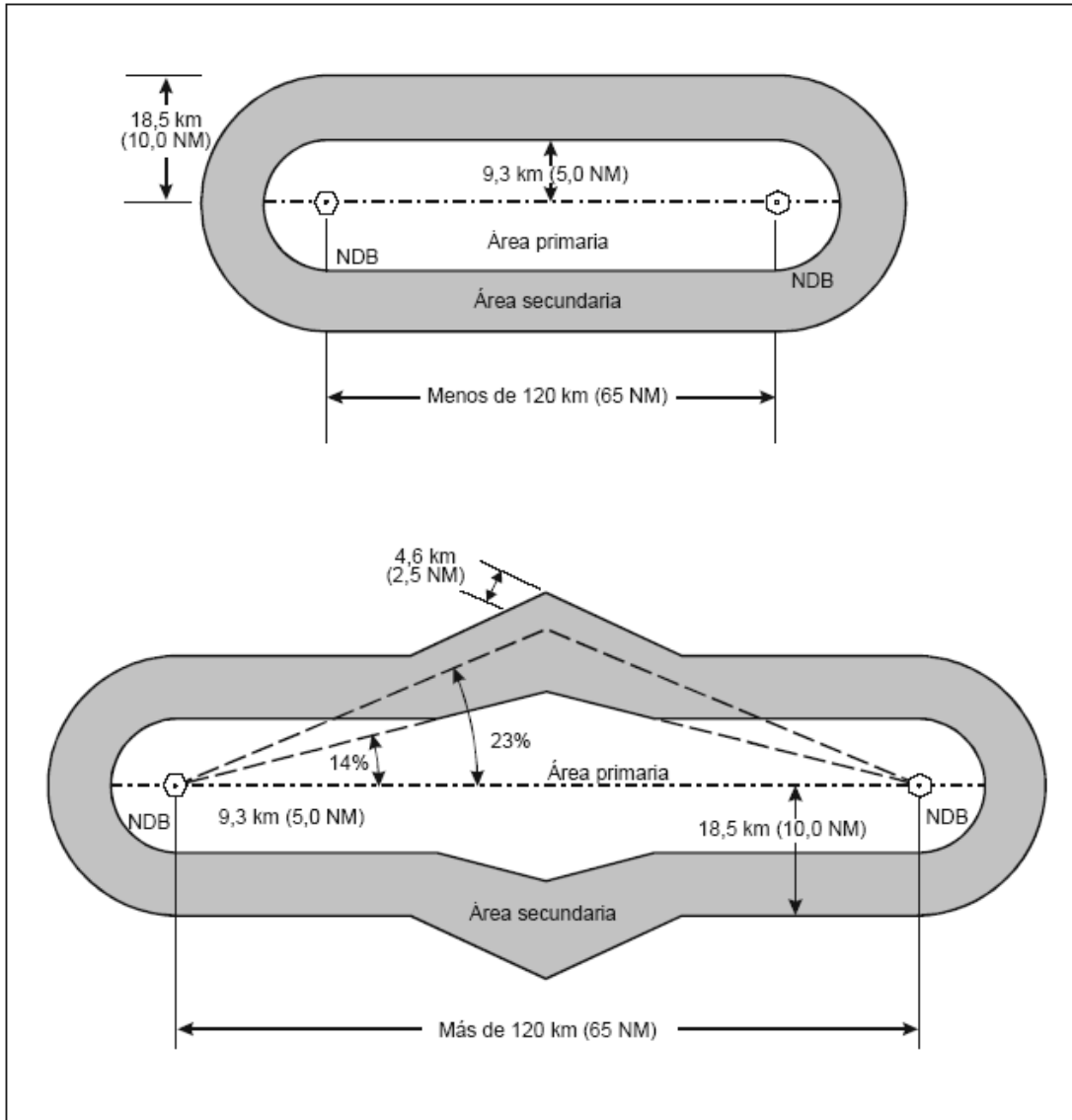


Figura II-3-1-Ap A-2. Áreas de franqueamiento de obstáculos para navegación en ruta NDB

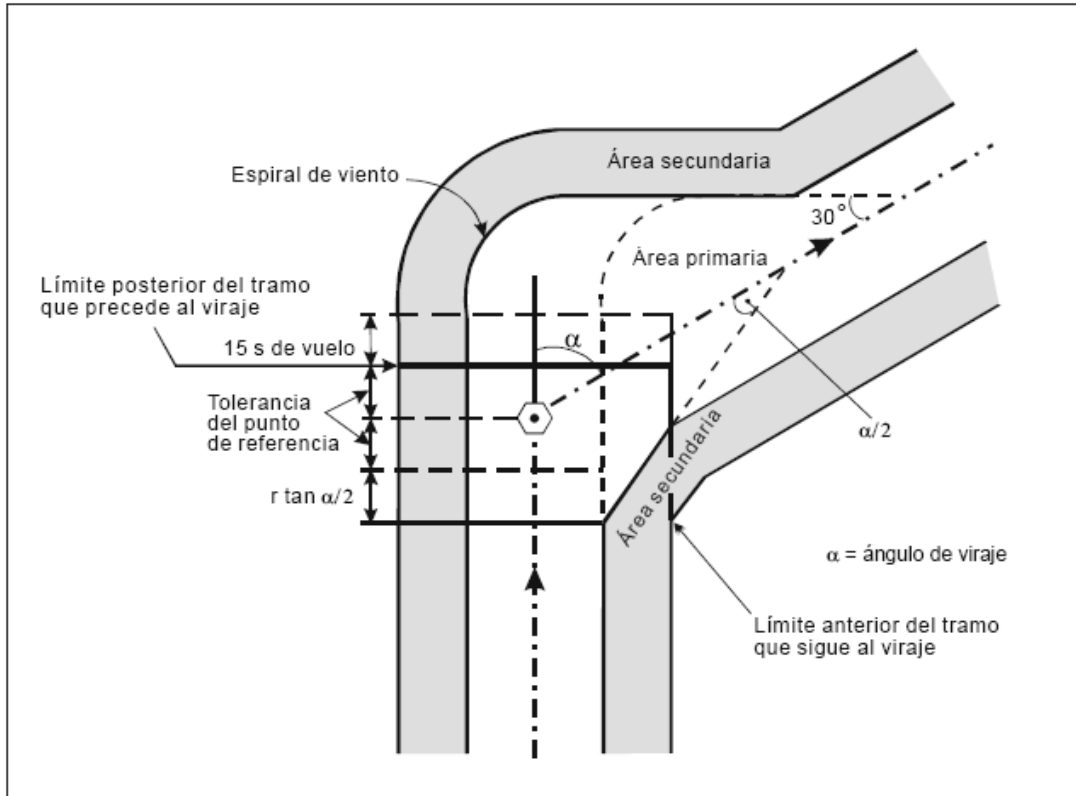


Figura II-3-1-Ap A-3. Viraje en la vertical de una instalación

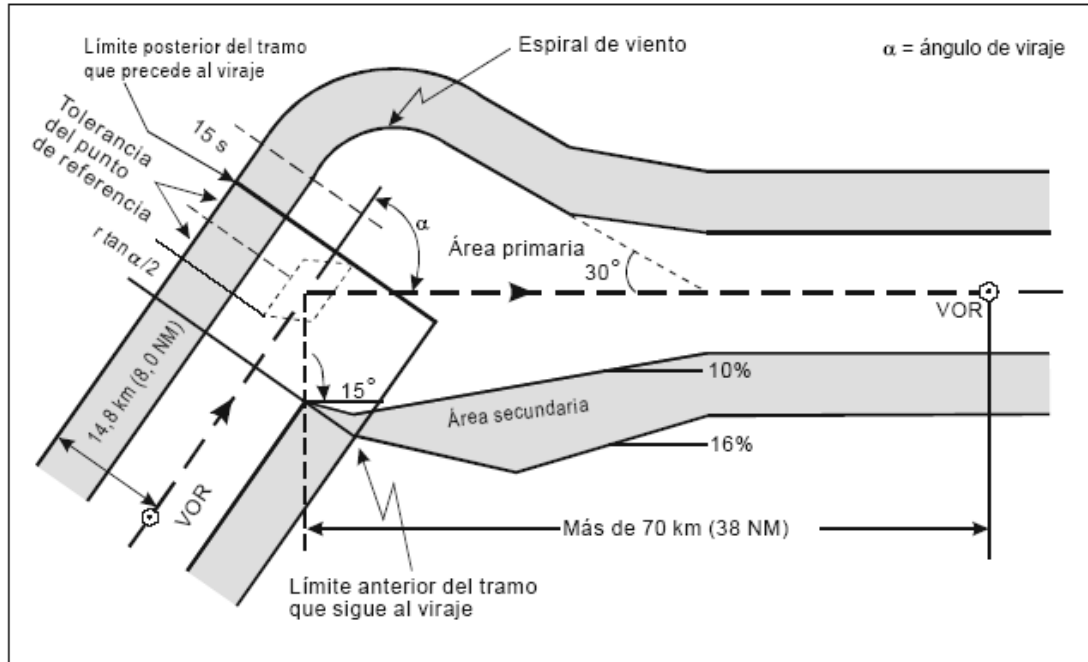


Figura II-3-1-Ap A-4. Viraje en un punto de referencia de intersección

**Anexo 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° (10%) — VOR; y
- b) 7,95° (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°) en el caso del VOR, y de  $\pm 13,96\%$  (7,95°) en el caso del NDB. El valor del límite del área primaria se redondea al alza hasta  $\pm 10\%$  (5,7°) en el caso del VOR. El valor del límite del área primaria se redondea al alza hasta  $\pm 14\%$  (8,0°) 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° (15,86%) — VOR; y
- b) 13,0° (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  $1,5 \times 3,5^\circ$  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°). Se añade un valor de  $\pm 1,0^\circ$  dando como resultado un límite total del área de  $\pm 15,86\%$  (9,01°). El ensanchamiento del área total se redondea al alza hasta  $\pm 16\%$  (9,1°).

(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°). El ensanchamiento del área total se redondea al alza hasta  $\pm 23\%$  (13,0°).

## Parte II. PROCEDIMIENTOS CONVENCIONALES.

### Sección 4. CRITERIOS DE ESPERA.

#### Capítulo 1. CRITERIOS DE ESPERA.

##### 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

*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 se designarán 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.* Se considerará 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, se establecerán los procedimientos de control de tránsito aéreo (ATC) adecuados para atender a las aeronaves que soliciten dicha velocidad.

*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 será:

- 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 será:

- 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 se expresará en términos de distancia recorrida durante un minuto de vuelo, por lo menos, a la velocidad TAS elegida. En tal caso, se asegurará 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, se especificará un radial límite. También podrá especificarse un radial límite cuando la preservación del espacio aéreo sea esencial.

*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 se utilizarán 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 Anexo A de este capítulo.

*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 se publicarán.

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 considerará 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 será de 25°. La fórmula para obtener la velocidad angular de viraje en función del ángulo de inclinación lateral se indica en el Anexo 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 Anexo A de este capítulo, Figuras II-4-1-1 y II-4-1-2.

#### 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 LOC".

### 1.3.6 Velocidad del viento

1.3.6.1 Si se dispone de datos estadísticos de viento, en los cálculos utilizarán 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, se utilizarán vientos de cualquier dirección calculados ya sea en base a las fórmulas del Anexo A de este capítulo, 6.6, o en base a los datos tomados del gráfico del Anexo A de este capítulo (Figura II-4-1-AN A-4).

### 1.3.7 Temperatura

Cuando se disponga de información climatológica, para los cálculos se utilizará la temperatura máxima dentro del 95% de probabilidades. Cuando no se disponga de información climatológica adecuada, se utilizará el gradiente térmico de la atmósfera estándar internacional (ISA) más 15°C. El gráfico de ISA + 15°C se encuentra en el Anexo A de este capítulo (Figura II-4-1-AN A-5). Las tablas de conversión de velocidad indicada a velocidad verdadera a una temperatura ISA + 15°C figuran en el Anexo A de este capítulo (Tablas II-4-1-AN A-1 y II-4-1-AN A-2).

### 1.3.8 Niveles de vuelo

Cuando un área de espera se aplique a un bloque de niveles de vuelo, se hará 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 distancia DME se aplicará una tolerancia de 11 segundos.

### 1.3.10 Tolerancia de rumbo

Se permitirá 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-4-4-1, 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, Anexo 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, Anexo A, se utilizará 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 estará dentro de la cobertura operacional designada del VOR y DME;
- b) el cono de ambigüedad del VOR:
  - 1) no se solapará con el área de espera en caso de espera alejándose de la estación; y
  - 2) no se solapará con el punto de referencia de espera en caso de espera acercándose a la estación;
- c) la distancia mínima útil en tierra no se solapará con el punto de referencia de espera ni con la distancia límite del tramo de alejamiento; y
- d) las instalaciones VOR y DME tendrán un emplazamiento común y la derrota de acercamiento estará 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 estará orientada hacia la instalación. Sin embargo, si fuera necesario efectuar la espera alejándose de la estación, se escogerá una distancia de espera tal que no fuese necesario seguir un radial límite; y
- b) la entrada al circuito se efectuará a lo largo de la derrota de acercamiento hasta el punto de referencia de espera.

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.

Las entradas en arcos DME se designarán solamente en caso de dificultad operacional específica que impida el uso de otros procedimientos de entrada.

Nota Los procedimientos de entrada desde otras instalaciones para la navegación pueden requerir espacio aéreo protegido adicional.

1.4.5 Al calcular el área de efecto de cono del VOR y las conversiones del alcance oblicuo DME, se considerará la altura por encima de la instalación (hl) (véase el Anexo 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 se publicarán.

#### *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-4-4-1. 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>1. 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>2. 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>3. Véase 1.3.1.4, "Aeronaves en espera a 520 km/h (280 kt)/0,8 Mach".</li> <li>4. Solamente para esperas de aeronaves Cat A y B, y Cat H por encima de 1 830 m (6 000 ft).</li> <li>5. 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>		

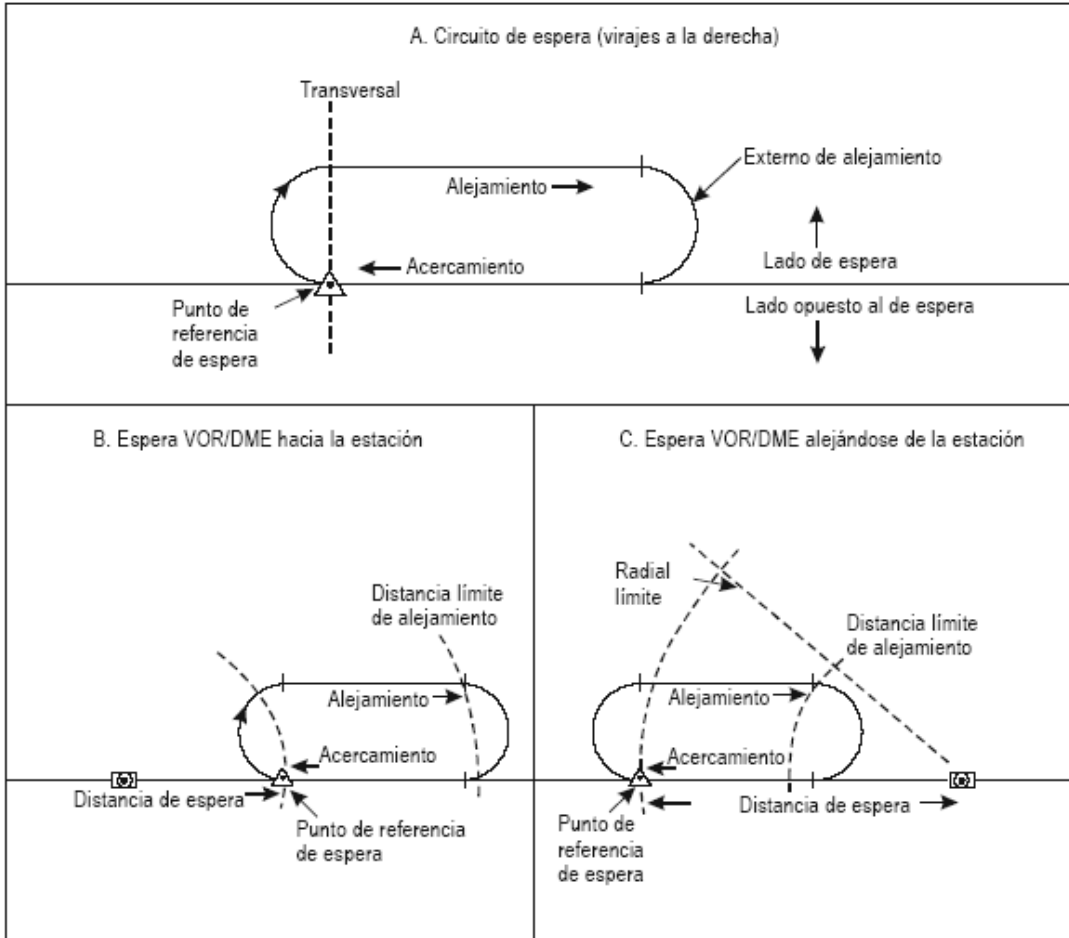


Figura II-4-1-1. Forma y terminología asociada a circuitos de espera con virajes a la derecha



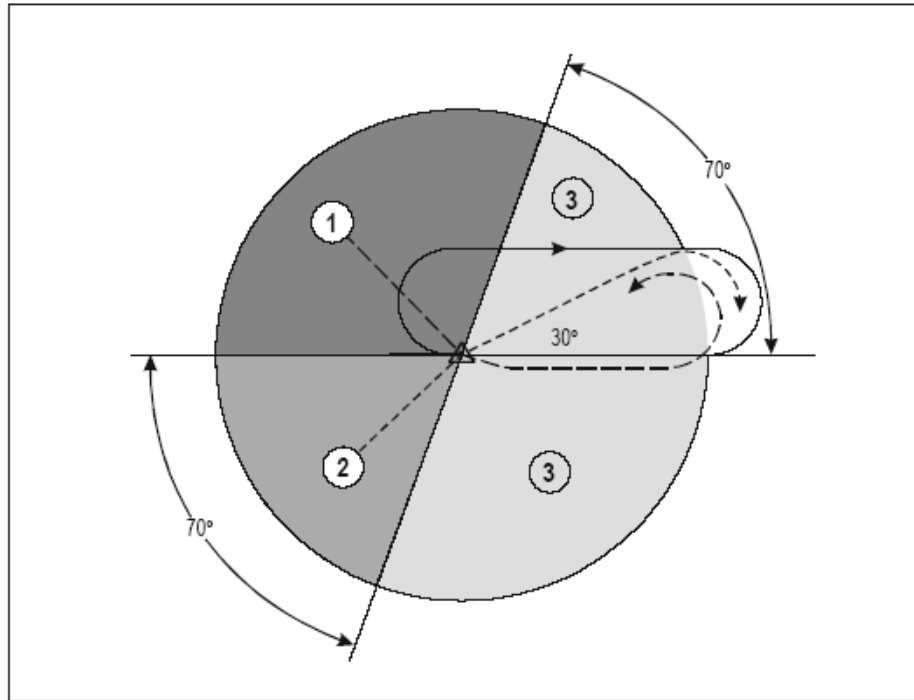


Figura II-4-1-2. Sectores de entrada

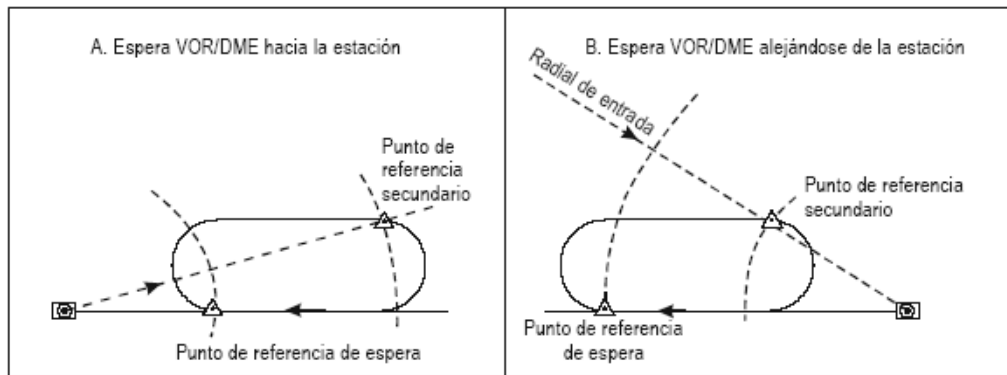


Figura II-4-1-3. Entrada a un punto de referencia VOR/DME en el tramo de alejamiento

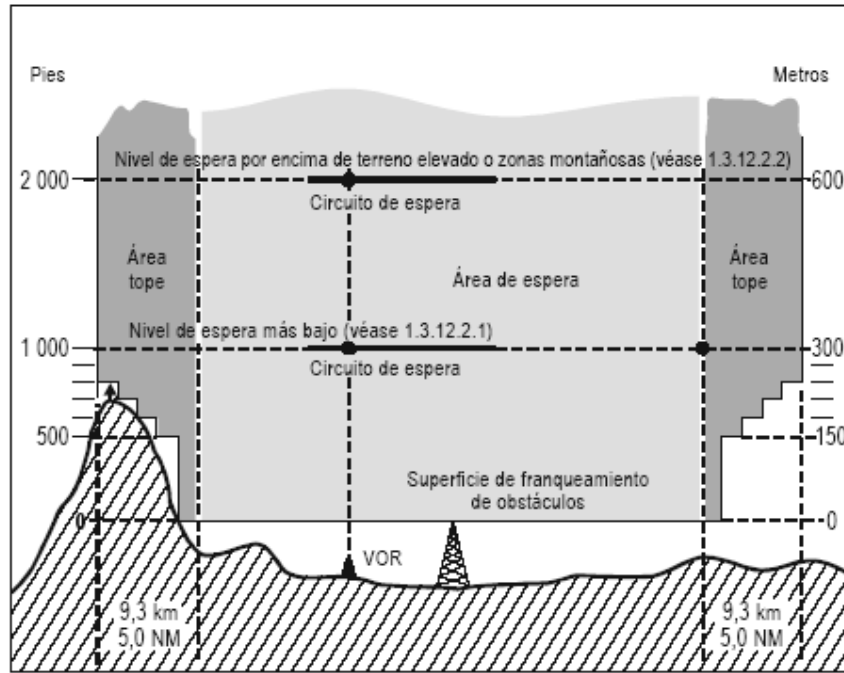


Figura II-4-1-4. Nivel de espera mínimo determinado por la superficie de franqueamiento de obstáculos relacionada con el área de espera y el área tope

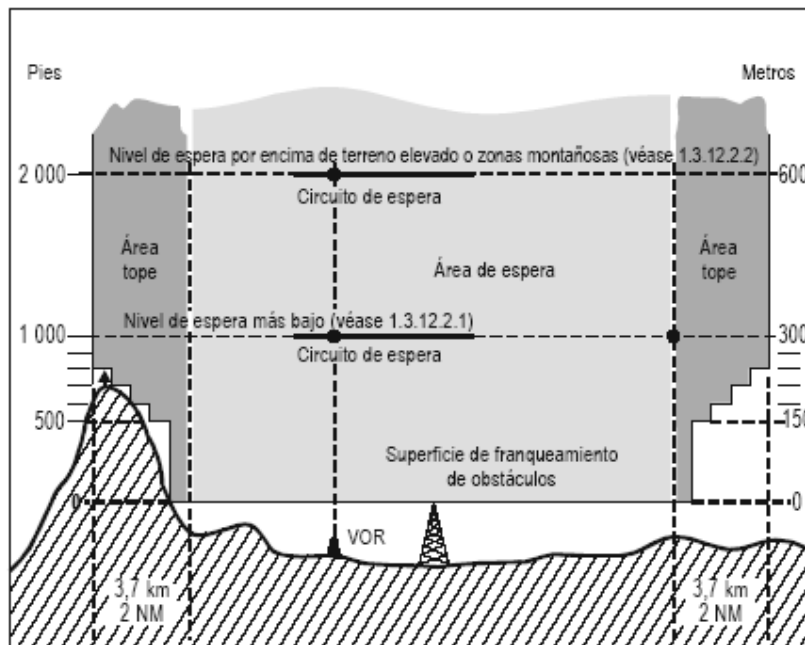


Figura II-4-1-5. Área de espera hasta 1 830 m (6 000 ft) para helicópteros

## **Anexo A del Capítulo 1. PARÁMETROS PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL ÁREA DE ESPERA**

Los textos que se incluyen en este Anexo 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 considerará 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-AN A-1, II-4-1-AN A-2 y II-4-1-AN A-3 se indican los parámetros de viraje aplicables.

### **2. VIENTO QUE SE CONSIDERARÁ EN FUNCIÓN DE LA ALTITUD**

La velocidad del viento, de cualquier dirección, que se tendrá en cuenta y cuyos valores se indican en la Figura II-4-1-AN A-4 para cada altitud especificada, se calcula mediante la siguiente fórmula:

$$w = (12 h + 87) \text{ km/h, donde } h \text{ está expresada en miles de metros,}$$

o

$$w = (2 h + 47) \text{ kt, donde } h \text{ está expresada en miles de pies.}$$

### **3. TEMPERATURA EN FUNCIÓN DE LA ALTITUD**

Véase la Figura II-4-1-AN A-5.

### **4. ALCANCE OBLICUO DME EN FUNCIÓN DE LA DISTANCIA EN TIERRA**

Véanse las Figuras II-4-1-AN A-6 y II-4-1-AN A-7.

### **5. VELOCIDAD VERDADERA (TAS) EN FUNCIÓN DE LA VELOCIDAD INDICADA (IAS) Y LA ALTITUD**

En la Tabla II-4-1-AN A-1 se indica la velocidad verdadera en km/h y en la Tabla II-4-1-AN 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 Anexo.

*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

$$R = \frac{\tan \alpha}{0,055V}$$

donde:  $\alpha$  = ángulo de inclinación lateral en grados;  
 $V$  = velocidad verdadera en metros por segundo; y  
 $R$  = velocidad angular de viraje en grados por segundo.

o

$$R = \frac{\tan \alpha}{0,055V}$$

donde:  $\alpha$  = ángulo de inclinación lateral en grados;  
 $V$  = velocidad verdadera en millas marinas por minuto; 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

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

donde:  $h_l$  = altura por encima de la instalación en miles de metros; y

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

o

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

donde:  $h_l$  = altura por encima de la instalación en miles de pies; y

$d_m$  = 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-ANA-1. Velocidad real (TAS) en función de la velocidad indicada (IAS) y la altitud (unidades del SI)

Altitud (metros)	315 km/h	425 km/h	445 km/h	490 km/h	520 km/h	0,8 M	0,83 M
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- AN A-2. Velocidad verdadera (TAS) en función de la velocidad indicada (IAS) y la altitud (unidades ajenas al SI)

Altitud (pies)	170 kt	230 kt	240 kt	265 kt	280 kt	0,8 M	0,83 M
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							



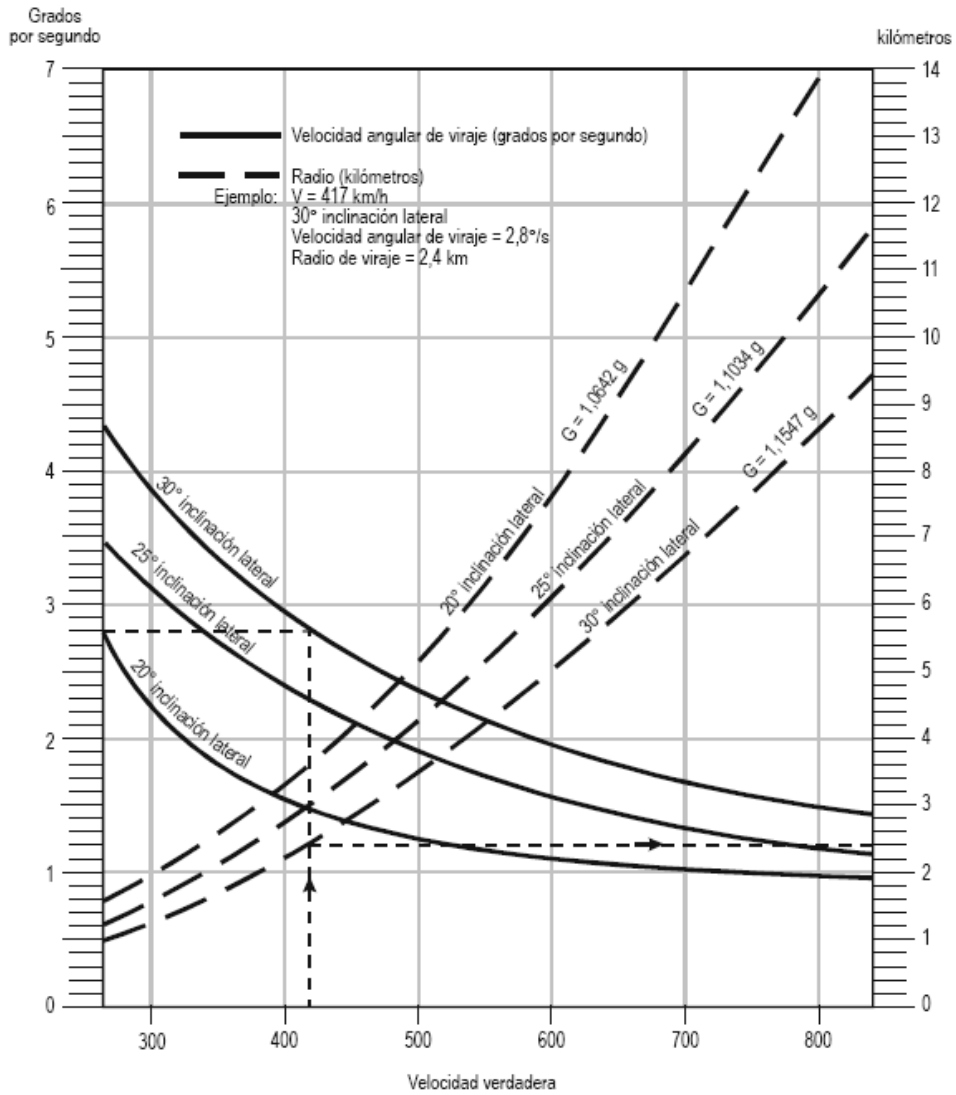


Figura II-4-1-AN A-1. Ángulo de inclinación lateral, velocidad de viraje, radio de viraje y valores de g a velocidades variables (unidades del SI)

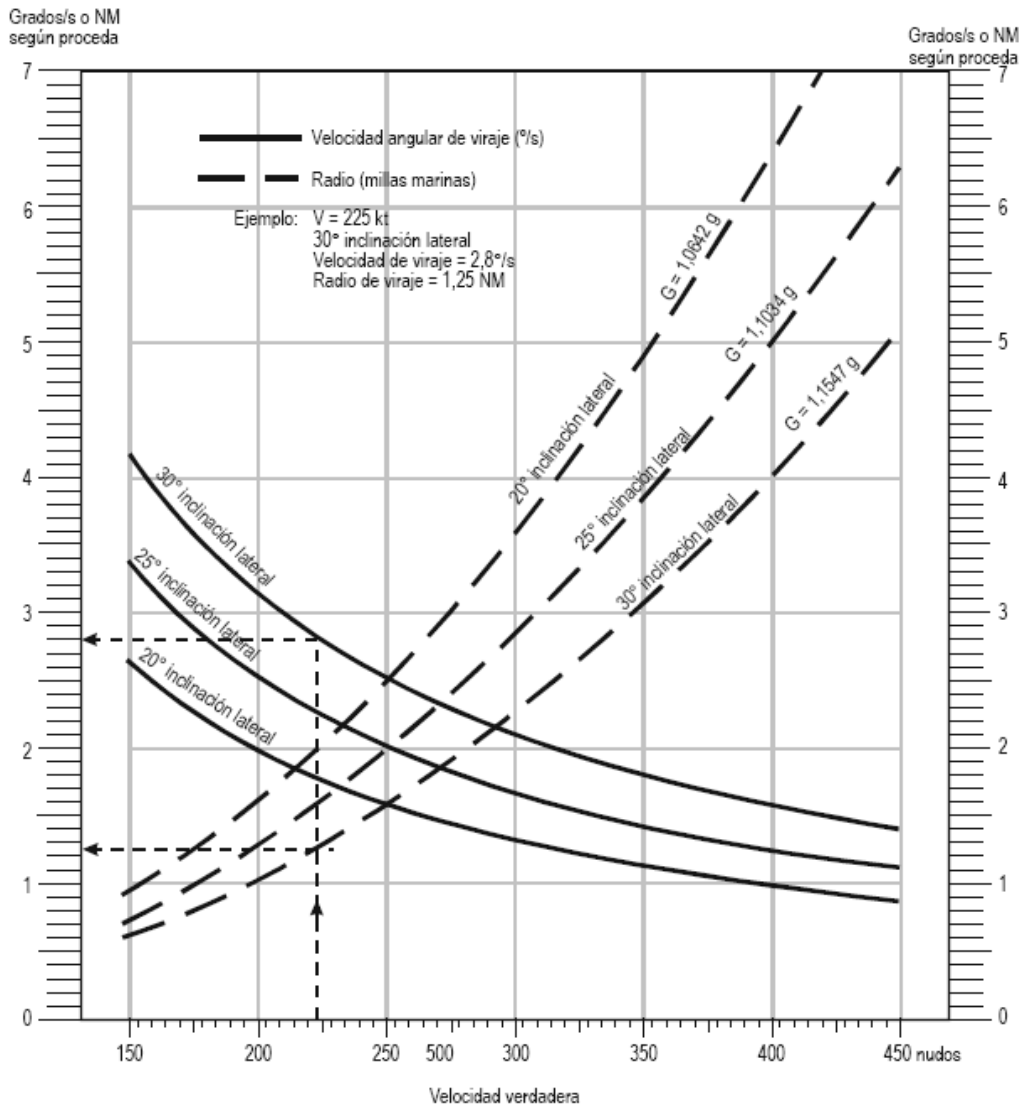


Figura II-4-1-AN A-2. Ángulo de inclinación lateral, velocidad de viraje, radio de viraje y valores g a velocidades variables (unidades ajenas al SI)

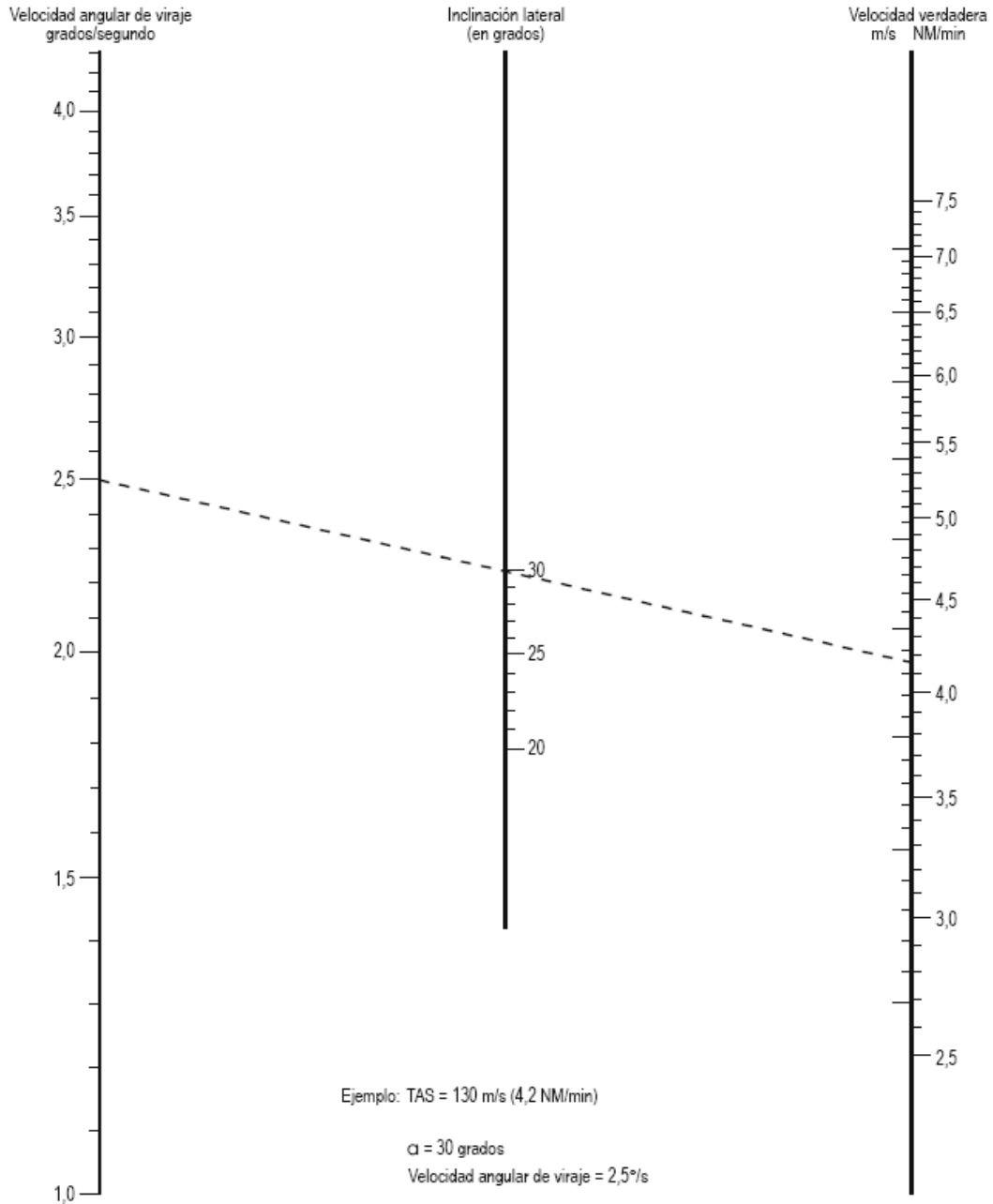
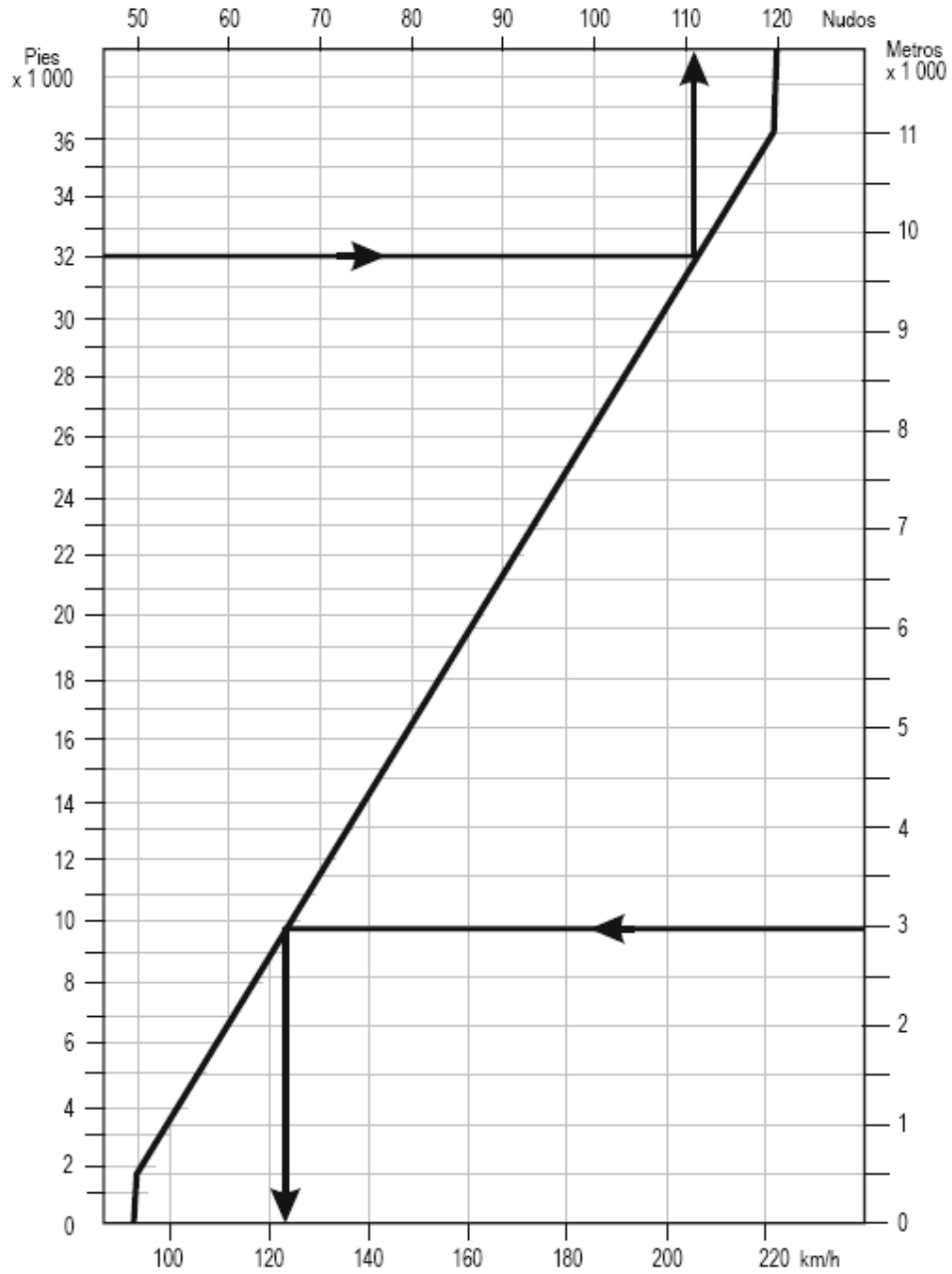


Figura II-4-1-AN A-3. Velocidad angular de viraje en función de la inclinación lateral y de la velocidad verdadera



Ejemplo 1: 3 000 metros, 123 kilómetros por hora  
Ejemplo 2: 32 000 pies, 111 nudos

Figura II-4-1-ANA-4. Viento que se debe considerar en función de la altitud

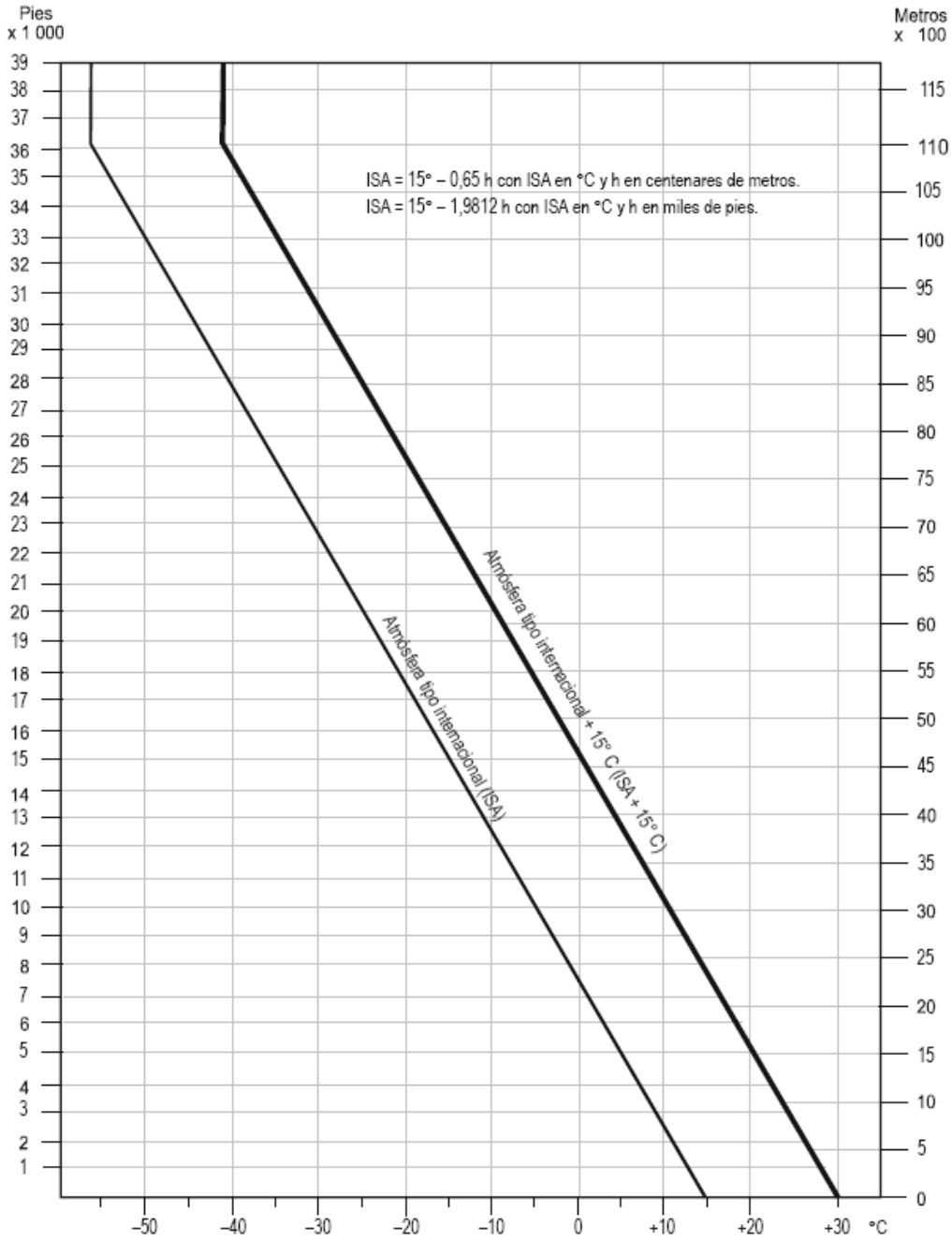
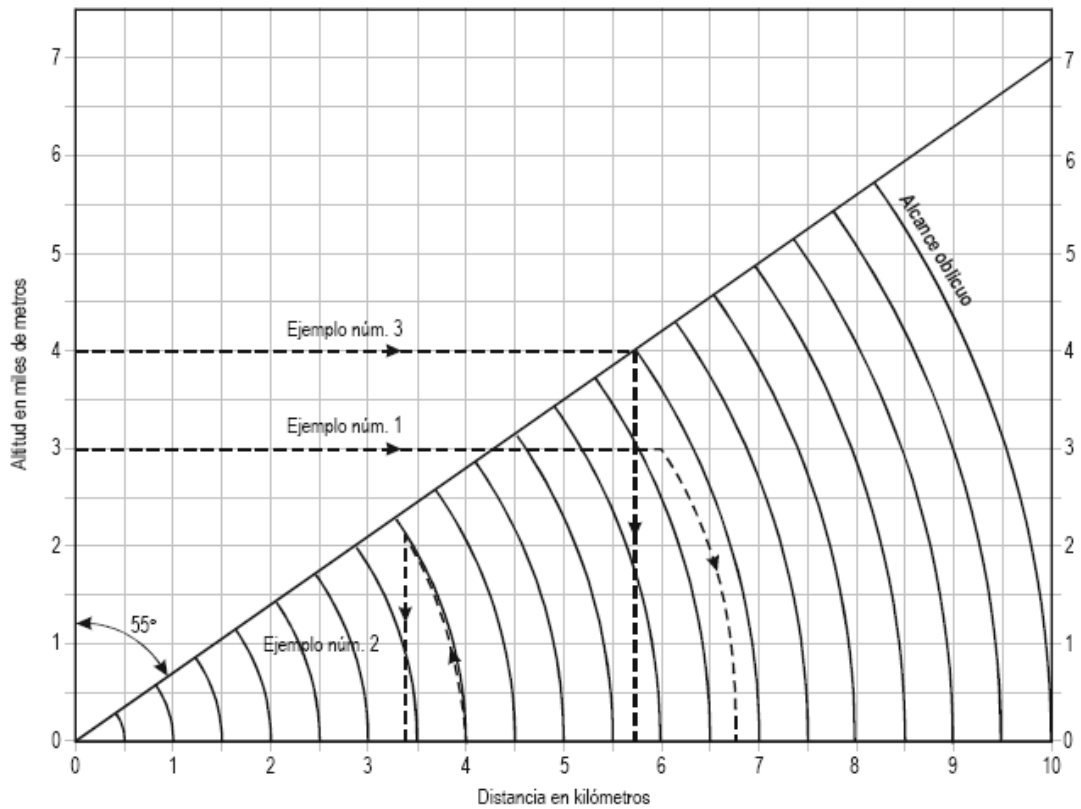


Figura II-4-1-AN A-5. Temperatura en función de la altitud



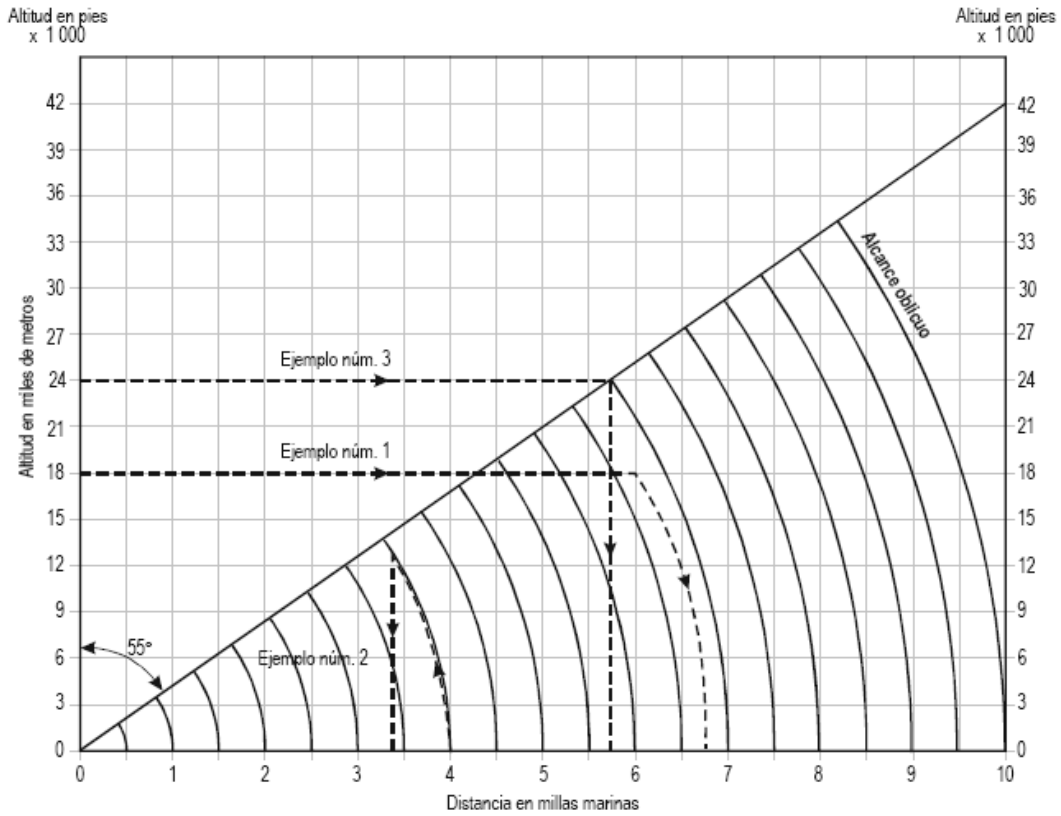
Para distancias de más de 10 km y/o altitudes superiores a 7 000 m, multiplíquense los valores del gráfico por 10 (por ejemplo, léase 1,7 km a 1 200 m, o 17 km a 12 000 m).

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-AN 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. Sigase 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. Sigase 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-ANA-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)

**Anexo 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 se tendrán 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, se tendrá 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 será 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.



## 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 la RAC 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 de la RAC 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 la RAC 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 CD ROM OAS del Manual de Diseño y Construcción de Procedimientos de Vuelo Visual y por Instrumentos (doc. 8168)

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 se tratarán 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 de la RAC 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 se incluirá 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 permanecerá 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 de la RAC 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 de la RAC 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 de la RAC 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 de la RAC 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 de la RAC 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° correspondiente a la aproximación frustrada (véase la Figura II-Adj-1).

Superficie OAS Z

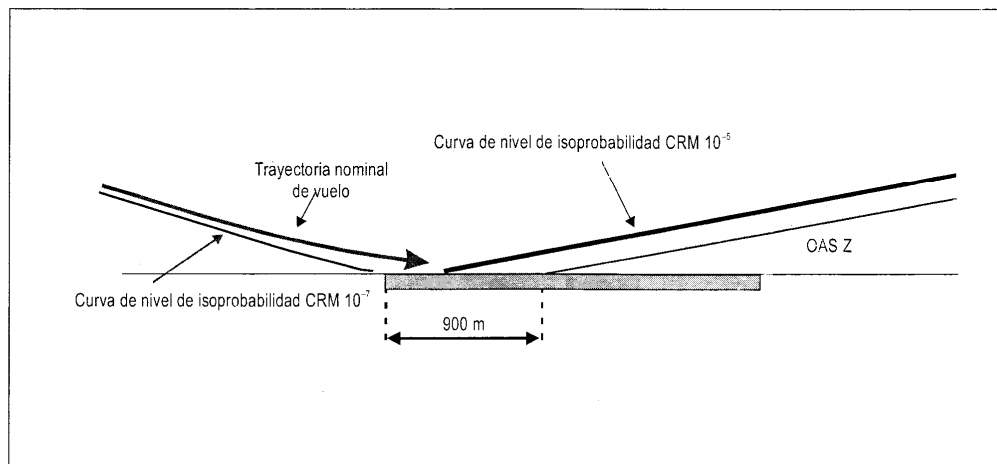


Figura II-Adj 1. Superficie OAS Z debajo de la porción de ascenso obtenida con un modelo matemático y correspondiente a una aproximación frustrada (perfil sobre el eje)

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 aplicarán para el cálculo de los mínimos operacionales especificados en la RAC 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 superficie que se ajusta a las curvas de nivel de isoprobabilidad CRM esta 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 se tendrán en cuenta.

1.16 Además, con el CRM se obtienen 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 3000 m (dependiendo del ángulo de trayectoria de planeo), la curva de nivel de isoprobabilidad CRN se dobla hacia arriba a partir de la maniobra hipotética de “motor y al aire”. Sin embargo, la superficie OAS W conexa continua con el mismo ángulo hasta el nivel del umbral. Por lo tanto, después de unos 3000 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)

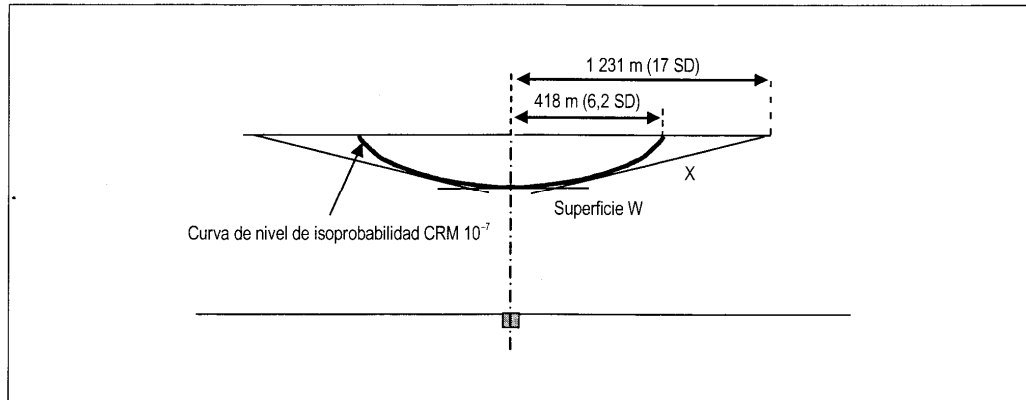


Figura II-Adj-2. Corte vertical para el CRM del ILS y la OAS a una distancia de 7 800 m y en condiciones normales para ILS CAT I, 3° de trayectoria de planeo y 3 000 m de umbral de distancia a la antena del LOC

### Superficie OAS W

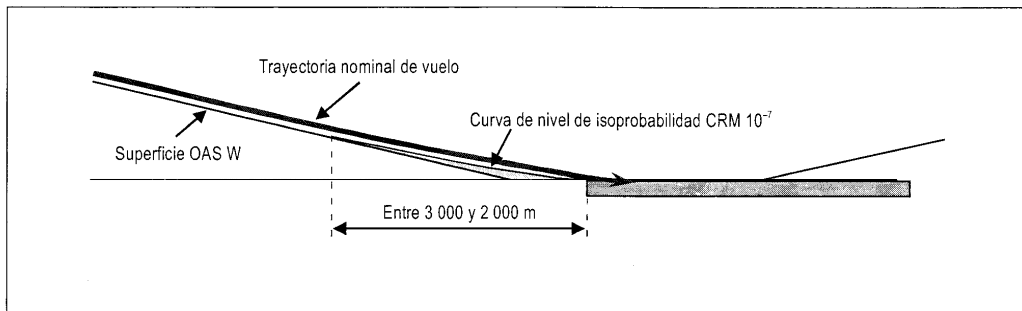


Figura II-Adj-3. Superficie OAS W comparada con la trayectoria de vuelo CRM

## 2. VALORES DE ACTUACIÓN DEL EQUIPO DE ABORDO Y DE TIERRA, RELACIONADO 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-Adj-1 y II-Adj-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 la RAC 10, Volumen I, Parte I, Anexo 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)

Concepto	Forma de distribución	Valor nominal	Desviación característica	Truncamiento	Unidades
Localizador					
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
Trayectoria de planeo					
Centrado del haz	normal	0	0,018	$\pm 0,075$	unidad $\theta$ (ángulo GP)
Sensibilidad del haz	normal	0,625	0,039	$\pm 0,156$	DDM/unidad $\theta$
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)

Concepto	Forma de distribución	Valor nominal	Desviación característica	Truncamiento	Unidades
<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 planeo</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.					