

HOJA DE VIDA

PROCEDIMIENTOS DE LOS SERVICIOS DE TRÁNSITO AÉREO

MÉTODOS Y MÍNIMAS DE SEPARACIÓN

DAP 11 - 11

[illegible]

PROCEDIMIENTOS DE LOS SERVICIOS DE TRÁNSITO AÉREO

MÉTODOS Y MÍNIMAS DE SEPARACIÓN

ÍNDICE

I.	PROPÓSITO	1
II.	ANTECEDENTES	1
III.	MATERIA	1
1	DISPOSICIONES GENERALES PARA LA SEPARACIÓN DEL TRÁNSITO CONTROLADO.	1
2.	SEPARACION VERTICAL	2
2.1	Aplicación de la separación vertical	2
2.2	Separación vertical mínima	2
2.3	Reducción de la separación vertical mínima (RVSM)	3
3.	ASIGNACIÓN DE NIVELES DE CRUCERO A VUELOS CONTROLADOS	3
3.1	Autorización de niveles en crucero	3
3.2	Separación vertical durante el ascenso o el descenso	4
4.	SEPARACION HORIZONTAL	4
4.1	Generalidades.	4
4.2	Separación lateral	4
4.3	Separación longitudinal	8
5.	SEPARACIÓN DE AERONAVES EN CIRCUITO DE ESPERA EN VUELO	27
5.1	Separación entre aeronaves en circuitos adyacentes	27
5.2	Separación entre aeronaves en circuito de espera y aeronaves en ruta	27
6.	SEPARACIÓN MÍNIMA ENTRE AERONAVES QUE SALEN	28
7.	SEPARACIÓN ENTRE LAS AERONAVES QUE SALEN Y LAS QUE LLEGAN	29
7.1	Aplicación de separación	29
8.	MÍNIMAS DE SEPARACIÓN LONGITUDINAL EN FUNCIÓN DEL TIEMPO POR RAZÓN DE TURBULENCIA DE ESTELA.	30
8.1	Aplicación	30
8.2	Aeronaves que llegan	31
8.3	Aeronaves que salen	31
8.4	Umbral de aterrizaje desplazado	32
8.5	Sentidos opuestos	33
8.6	Mínimas de Separación	33
8.7	Categorías de estela turbulenta	35
8.7.1	Generalidades	35
8.7.2	Categorías de estela turbulenta de las aeronaves	35
8.7.3	Indicación de la categoría pesada de estela turbulenta	35
9.	AUTORIZACIONES PARA VOLAR CUIDANDO SU PROPIA SEPARACIÓN EN CONDICIONES METEOROLÓGICAS DE VUELO VISUAL.	36
9.1	Generalidades	36
9.2	Autorización a un vuelo controlado que opere en el espacio aéreo de Clases A, B, C, D y E en condiciones meteorológicas visuales durante las horas diurnas	36
10.	INFORMACIÓN SOBRE EL TRÁNSITO ESENCIAL	37
11.	REDUCCIÓN EN LAS MINIMAS DE SEPARACIÓN	37
11.1	Condiciones para la reducción de las mínimas de separación	37
12.	INSTRUCCIONES PARA CONTROL DE LA VELOCIDAD HORIZONTAL	38
12.1	Generalidades	38

12.2	Métodos de aplicación	39
12.3	Aeronaves descendiendo y a la llegada	39
13.	INSTRUCCIONES PARA CONTROL DE LA VELOCIDAD VERTICAL	40
13.1	Generalidades	40
13.2	Métodos de aplicación	40
IV.	APÉNDICES	41
	ANEXO "A"	1
	LA TÉCNICA BASADA EN EL NÚMERO MACH	1
1.	INTRODUCCIÓN	1
2.	FINALIDAD	1
3.	REQUISITOS PREVIOS	1
3.1	Sectores de aplicación	1
3.2	Instrumentos de a bordo	2
3.3	Datos de vuelo para el ATC	2
3.4	Mantenimiento del número de Mach asignado	2
4.	PROCEDIMIENTOS GENERALES	2
5.	PROCEDIMIENTOS ESPECÍFICOS	3
5.1	Introducción	3
5.2	Separación en el punto de entrada cuando la aeronave que siga sea más rápida	3
5.3	Ascensos y descensos pronunciados en ruta	4
5.4	Aeronaves sucesivas que vuelen a distintos números de Mach, si no hay la posibilidad de predecir la situación por computadora	4
	ANEXO "B"	1
	TEXTO DE ORIENTACIÓN RELATIVO A LA IMPLANTACIÓN DE LA SEPARACIÓN COMPUESTA LATERAL/VERTICAL.	1
1.	INTRODUCCIÓN	1
2.	APLICACIÓN DE LA SEPARACIÓN COMPUESTA LATERAL/VERTICAL	1
3.	APLICACIÓN	3
	ANEXO "C"	1
	PRINCIPIOS QUE REGULAN LA IDENTIFICACIÓN DE LOS TIPOS DE RNP	1
1.	INTRODUCCIÓN	1
2.	APLICACIONES OPERACIONALES, DE RUTAS RNAV BASADAS EN RNP 4	1
2.1	Generalidades	1
2.2	Espacio aéreo protegido para rutas RNAV ATS basadas en RNP 4	2
2.3	Separación entre rutas RNAV paralelas basadas en RNP 4	2
3.	SEPARACIÓN ENTRE PISTAS PARALELAS O ENTRE EJES DE RUTA PARALELAS RNAV BASADAS EN LOS TIPOS DE RNP	3
	ANEXO "D"	1
	DETERMINACIÓN DE LAS MÍNIMAS DE SEPARACIÓN	1
I.	PROPÓSITO	1
II.	ANTECEDENTES	1
III.	MATERIA	1
1.	INTRODUCCIÓN	1
2.	SEPARACIÓN HORIZONTAL	3
2.1	Consideraciones de carácter general	3
2.2	Establecimiento de las mínimas	4
2.3	Factores que hay que considerar al determinar las mínimas de separación	5
3.	SEPARACIÓN VERTICAL	8
5.	APLICACIÓN DE LAS DISTANCIAS MÍNIMAS DE SEPARACIÓN	10
	ANEXO "E"	1
	CARACTERÍSTICAS DE LOS VÓRTICES DE ESTELA TURBULENTO Y SU INFLUENCIA EN LAS AERONAVES	1

I.	PROPÓSITO	1
II.	ANTECEDENTES	1
III.	MATERIA	1
1.	INTRODUCCIÓN	1
2.	MÍNIMAS DE SEPARACIÓN	3
2.1	Aplicación de separaciones mínimas	3
2.2	Efectos en las aeronaves	3
2.3	Advertencias	3
2.4	Chorro de reactores	4
3.1	Consideraciones de carácter general	5
3.2	El dilema del ATC	5
3.3	Características de la estela turbulenta	6
3.4	Aspectos relativos al suministro de servicios de tránsito aéreo	7
3.5	Aspectos relativos al suministro de servicio de control de área	7
3.6	Aspectos relativos al suministro de servicio de control de aproximación	7
3.7	Aspectos relativos al suministro de servicio de control de aeródromo	10
4.	DISPOSITIVOS DE DETECCIÓN Y SEGUIMIENTO DE VÓRTICES	10

DEPARTAMENTO DE AERÓDROMOS Y SERVICIOS AERONÁUTICOS
SUBDEPARTAMENTO SERVICIOS DE TRÁNSITO AÉREO
SECCIÓN SERVICIO CONTROL DE TRÁNSITO AÉREO

PROCEDIMIENTOS DE LOS SERVICIOS DE TRÁNSITO AÉREO

MÉTODOS Y MÍNIMAS DE SEPARACIÓN

I. PROPÓSITO

- A.- Establecer los procedimientos y mínimas de separación por procedimientos para ser aplicados en la separación de aeronaves durante la fase en ruta así como de aeronaves en las fases del vuelo de llegada y de salida.
- B.- Establecer los procedimientos respecto a la aplicación de la separación vertical.
- C.- Establecer los procedimientos respecto a la aplicación de la separación horizontal.
- D.- Determinar las circunstancias en las cuales es posible reducir las mínimas de separación.

II. ANTECEDENTES

- a) Reglamento para los Servicios de Tránsito Aéreo (DAR 11).
- b) Gestión del Tránsito Aéreo (Documento OACI 4444 - ATM/501).

III. MATERIA

1 DISPOSICIONES GENERALES PARA LA SEPARACIÓN DEL TRÁNSITO CONTROLADO.

1.1 Se proporcionará separación vertical u horizontal entre:

- a) Cualquiera de los vuelos en el espacio aéreo de Clases A y B;
- b) Los vuelos IFR en el espacio aéreo de Clase C, D y E;
- c) Los vuelos IFR y los vuelos VFR en el espacio aéreo de Clase C;
- d) Los vuelos IFR y vuelos VFR especiales; y
- e) Vuelos VFR especiales, cuando así lo prescriba la autoridad ATS competente, excepto, para los casos indicados en a) y b) anteriores, durante las horas diurnas cuando se haya autorizado a los vuelos para subir o descender a condición de que mantengan su propia separación y permanezcan en condiciones meteorológicas visuales. En el párrafo 9 se indican las condiciones aplicables a la utilización de este procedimiento.

- 1.1.1 No se concederá autorización para ejecutar ninguna maniobra que reduzca la separación entre dos aeronaves a un valor menor que la separación mínima aplicable en las circunstancias.
- 1.1.2 Deberán aplicarse separaciones mayores que las mínimas especificadas, siempre que circunstancias excepcionales, como la interferencia ilícita, exijan precauciones adicionales. Sin embargo, esto debe hacerse teniendo debidamente en cuenta todos los factores pertinentes, a fin de no entorpecer la corriente del tránsito por la aplicación de separaciones excesivas.
- 1.1.3 Cuando el tipo de separación o de mínimas utilizadas para separar dos aeronaves no pueda mantenerse, se establecerá otro tipo de separación o de mínimas, antes de que se infrinja la separación mínima vigente.
- 1.2 Deterioro de la performance de la aeronave
 - 1.2.1 Siempre que como resultado de falla o deterioro de los sistemas de navegación, de comunicaciones, de altimetría, de mando de vuelo, u otros, se degrade la performance de aeronave por debajo del nivel requerido para el espacio aéreo en el que está realizando operaciones, la tripulación de vuelo lo notificará sin demora a la dependencia ATC en cuestión. Cuando la falla y/o el deterioro afectan a la mínima de separación que se esté actualmente empleando, el controlador adoptará medidas para establecer otro tipo apropiado de separación o de mínimas de separación.

2. SEPARACIÓN VERTICAL

2.1 Aplicación de la separación vertical

Se obtiene separación vertical exigiendo a las aeronaves que aplican los procedimientos prescritos de reglaje de altímetro, que vuelen a diferentes niveles, expresados en niveles de vuelo o en altitudes, de conformidad con las disposiciones del DAP 11 - 02.

2.2 Separación vertical mínima

La separación vertical mínima (VSM) será:

- a) dentro del espacio aéreo designado para el territorio nacional:
 - 1) nominalmente 300 m (1000 ft.) por debajo del nivel de vuelo FL 290; y
 - 2) nominalmente 600 m (2000 ft.) a FL 290 o por encima del mismo; salvo lo previsto en b); y
- b) dentro de otro espacio aéreo designado por la autoridad ATS competente y según las disposiciones de los acuerdos regionales de navegación aérea:
 - 1) nominalmente 300 m (1 000 ft) por debajo del nivel de vuelo FL 410 o de un nivel superior, si así se prescribe para uso en determinadas condiciones; y
 - 2) nominalmente 600 m (2 000 ft) a FL 410 o por encima del mismo.

2.3 Reducción de la separación vertical mínima (RVSM)

Los procedimientos para la aplicación de una separación vertical mínima reducida de 300 m (1000 ft) entre los niveles de vuelo 290 y 410 inclusive, figuran en el DAP 11-113.

3. ASIGNACIÓN DE NIVELES DE CRUCERO A VUELOS CONTROLADOS

3.1 Autorización de niveles en crucero

Excepto cuando las condiciones del tránsito y los procedimientos de coordinación permitan la autorización de ascenso en crucero, la dependencia ATC normalmente asignará sólo un nivel a cada aeronave fuera de su área de control, es decir, el nivel a que la aeronave entrará en la siguiente área de control, esté contigua o no. La dependencia ATC receptora tiene la responsabilidad de expedir la autorización para continuar el ascenso, según corresponda. De ser pertinente se advertirá a las aeronaves que soliciten en ruta cualquier cambio de nivel de crucero.

3.1.1 A las aeronaves que están autorizadas para emplear técnicas de ascenso en crucero se permitirá operar entre dos niveles o por encima de determinado nivel.

3.1.2 Si es necesario cambiar el nivel de crucero de una aeronave que opera a lo largo de una ruta ATS establecida, que se extiende en parte dentro y en parte fuera del espacio aéreo controlado y donde las series respectivas de niveles de crucero no son idénticas, el cambio se efectuará, siempre que sea posible, dentro del espacio aéreo controlado.

3.1.3 Cuando se haya autorizado a una aeronave para que entre en el área de control a un nivel de crucero inferior al mínimo establecido para una parte subsiguiente de la ruta, la dependencia ATC responsable del área deberá expedir a la aeronave una autorización revisada, aún cuando el piloto no haya solicitado el necesario cambio de nivel de crucero.

3.1.4 Se podrá conceder autorización a las aeronaves para que cambien de nivel de crucero en momento, lugar o velocidad vertical especificados.

3.1.5 Dentro de lo posible, los niveles de crucero de las aeronaves que se dirijan hacia un mismo destino, se asignarán de forma que correspondan a la secuencia correcta de aproximación a dicho destino.

3.1.6 La aeronave que siga un nivel de crucero tendrá normalmente prioridad sobre otras que soliciten utilizar ese nivel. Si dos o más aeronaves siguen el mismo nivel de crucero, normalmente tendrá prioridad la que vaya delante.

3.1.7 Los niveles de crucero ó, en el caso de ascenso en crucero, la serie de niveles, que hayan de asignarse a los vuelos controlados se escogerán entre aquellos asignados a los vuelos IFR de:

- a) La tabla de niveles de crucero que aparece en la DAN 91; o
- b) Una tabla de niveles de crucero modificada, cuando así se prescriba de acuerdo

con la DAN 91, para vuelos que se realicen por encima del nivel de vuelo FL 410, si bien la correlación entre niveles y derrota, prescrita en dicha tabla, no tendrá aplicación cuando se indique de otro modo en las autorizaciones del control de tránsito aéreo, o lo haya especificado de otro modo la autoridad ATS competente en las publicaciones de información aeronáutica.

3.2 Separación vertical durante el ascenso o el descenso

3.2.1 Podrá autorizarse que una aeronave pase a un nivel previamente ocupado por otra aeronave, después de que ésta haya notificado que lo ha dejado libre, excepto cuando:

- a) se sabe que existe turbulencia fuerte; o
- b) la aeronave que está a más altura está en vuelo de crucero; o
- c) la diferencia de performance de las aeronaves es tal que puede llevar a una separación inferior a la mínima aplicable; en cuyo caso se cancelará dicha autorización hasta que la aeronave que deje libre el nivel haya notificado que se encuentra en otro nivel o está pasando a éste con la separación mínima requerida.

3.2.1.1 Cuando las aeronaves en cuestión se han establecido en el mismo circuito de espera, se prestará atención a la aeronave que desciende a velocidades verticales marcadamente distintas y, de ser necesario, deberán aplicarse otras medidas, tales como especificar una velocidad vertical de descenso máxima para la aeronave a más altura y una velocidad de descenso mínima para la aeronave a menos altura, a fin de asegurar que se mantiene la separación requerida.

3.2.2 A los pilotos que mantengan comunicación directa entre sí, se les podrá autorizar, con consentimiento de ambos, a que mantengan una separación vertical determinada entre sus respectivas aeronaves durante el ascenso o el descenso.

4. SEPARACIÓN HORIZONTAL

4.1 Generalidades.

Nada de las disposiciones detalladas en los párrafos 4.2 y 4.3 que figuran a continuación, impide que la autoridad ATS competente establezca:

- a) otras mínimas para uso en circunstancias no prescritas, o
- b) condiciones adicionales a las prescritas para el uso de una mínima determinada, siempre que se mantenga en todo momento el nivel de seguridad inherente a las disposiciones detalladas que figuran en los párrafos 4.2 y 4.3 siguientes.

4.2 Separación lateral

4.2.1 Criterios y mínimas de separación lateral

4.2.1.1 La separación lateral se aplicará de tal manera que la distancia entre aquellas partes de las rutas previstas a lo largo de las cuales las aeronaves deben mantenerse separadas lateralmente, no sea nunca menor que una distancia establecida para la que se tengan en cuenta las inexactitudes de navegación y un margen específico de

seguridad. Este margen de seguridad lo determinará la autoridad correspondiente y se incluirá como parte integrante de las mínimas de separación lateral.

4.2.1.2 Se obtiene la separación lateral de aeronaves, exigiendo a éstas que vuelen por rutas diferentes o sobre puntos geográficos distintos que se puedan determinar por observación visual, mediante ayudas para la navegación o equipo de navegación de área (RNAV).

4.2.1.3 Cuando se reciba información que indique que existe una falla del equipo de navegación o un deterioro a un nivel inferior a los requisitos de performance de navegación, el ATC, según corresponda, aplicara otros métodos o mínimas de separación.

4.2.2 Aplicación de la separación lateral

4.2.2.1 Entre los medios por los cuales puede aplicarse la separación lateral se incluyen los siguientes:

- a) Por referencia a los mismos o diferentes lugares geográficos mediante informes de posición que indican de manera positiva que las aeronaves están sobre lugares geográficos diferentes cuya determinación se efectúe visualmente o por referencia a una ayuda para la navegación (figura 11- 1);

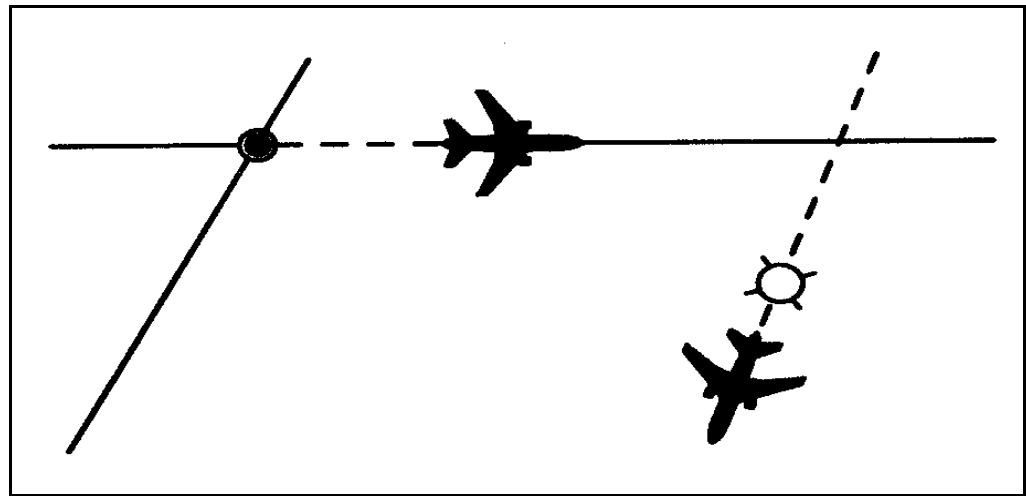


Figura 11 - 1

- b) Utilizando la misma ayuda o el mismo método de navegación exigiendo a las aeronaves que sigan determinadas derrotas con una mínima de separación apropiada a la ayuda o al método de navegación empleados, existe separación lateral entre dos aeronaves cuando:

- 1) VOR: ambas aeronaves se han establecido en radiales que divergen en 15° por lo menos y una de las aeronaves está por lo menos a una distancia de 28 Km. (15 NM) o más desde la instalación (figura 11 - 2);

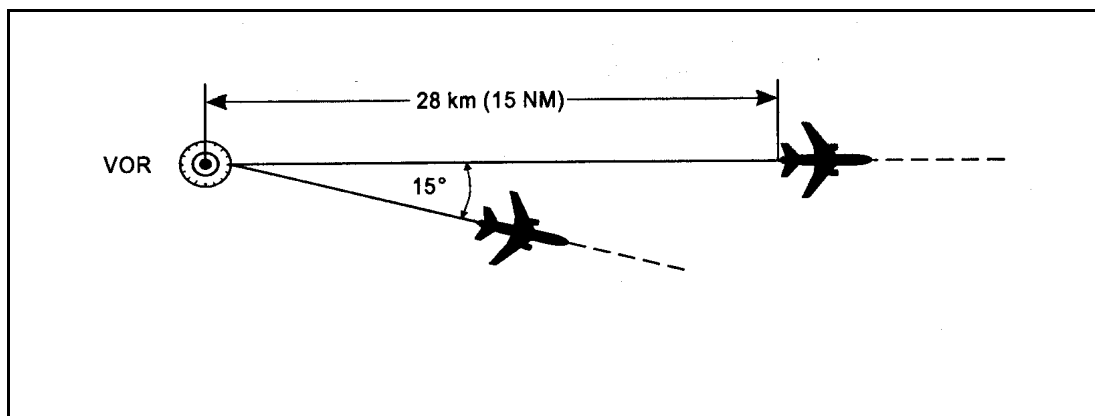


Figura 11 - 2

- 2) NDB: ambas aeronaves se han establecido en derrotas hacia o desde el NDB que divergen en 30° por lo menos y una de las aeronaves está por lo menos a una distancia de 28 Km. (15 NM) o más desde la instalación (fig. 11 - 3);

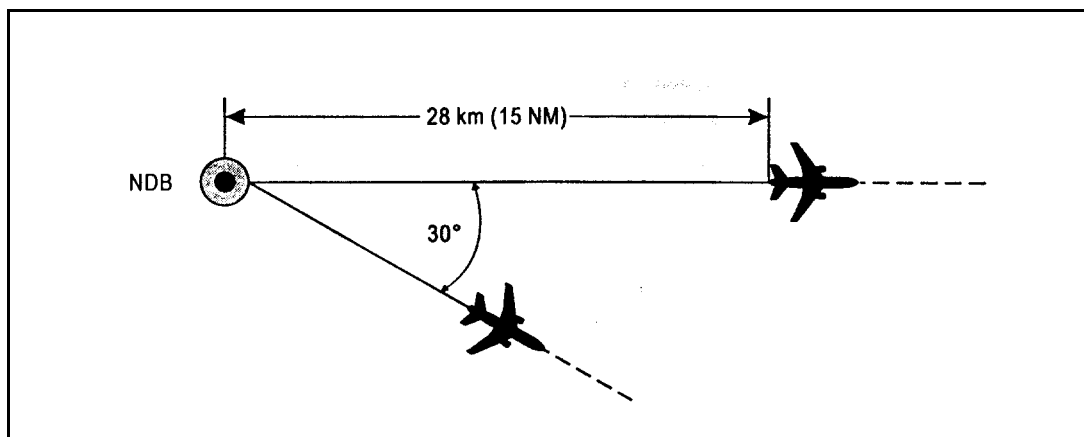


Figura 11 - 3

- 3) A estima (DR): ambas aeronaves se han establecido en derrotas que diverjan 45° por lo menos y una de las aeronaves está por lo menos a una distancia de 28 km (15 NM) o más desde el punto de intersección de las derrotas, determinándose este punto ya sea visualmente o por referencia a una ayuda a la navegación, y se haya establecido que ambas aeronaves se están alejando de la intersección (fig. 11 - 4)

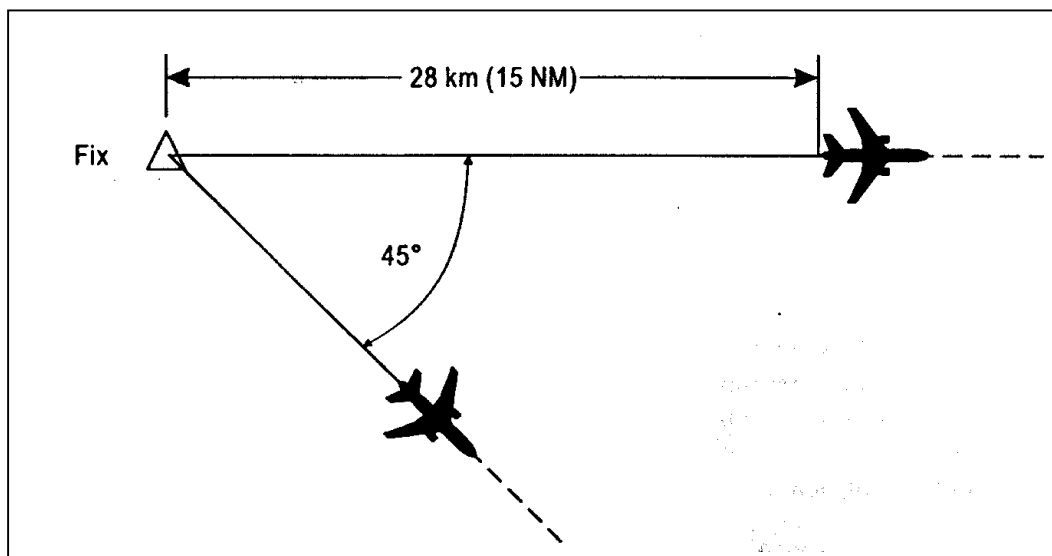


Figura 11 – 4

- 4) Operaciones RNAV: ambas aeronaves se han establecido en derrotas que diverjan 15° por lo menos y el espacio aéreo protegido asociado con una aeronave no se superpone respecto al espacio aéreo protegido asociado con la derrota de la otra aeronave. Esto se determina aplicando la diferencia angular entre dos derrotas y el valor correspondiente del espacio protegido. El valor derivado se expresa como una distancia desde la intersección de dos derrotas en la que existe una separación lateral.
- c) Utilizando ayudas o métodos de navegación diferentes. Se establecerá la separación lateral entre aeronaves que utilizan ayudas de navegación diferentes, o cuando una aeronave este utilizando equipo RNAV, asegurándose que los espacios aéreos protegidos derivados para la o las ayudas de navegación, o RNP, no se superpongan.

4.2.3 Operaciones RNAV en las que se especifica RNP en derrotas paralelas o rutas ATS.

Dentro del espacio aéreo designado o en rutas designadas, en las que se especifica RNP, se puede obtener la separación lateral entre aeronaves con equipo RNAV exigiendo que las aeronaves se establezcan en los ejes de derrotas paralelas o rutas ATS separadas, a una distancia que garantice que no se superpongan los espacios aéreos protegidos de las derrotas o rutas ATS.

4.2.4 Operaciones RNAV (en los casos en que se especifica RNP) en derrotas o rutas ATS intersectantes. La utilización de esta separación está limitada a las derrotas intersectantes que convergen o divergen respecto a un punto común a un ángulo de entre 15° y 135° .

4.2.4.1 Para las derrotas intersectantes, los puntos de entrada y salida del área en la cual la distancia lateral entre las derrotas es menor que la mínima requerida se denominan puntos de separación lateral. El área demarcada por los puntos de separación lateral se denomina área de conflicto (figura 11-5)

- 4.2.4.2 La distancia de los puntos de separación lateral desde la intersección de la derrota se determinará por análisis de riesgo de colisión y dependerá de factores complejos, tales como la exactitud de navegación de la aeronave, la intensidad del tránsito y el coeficiente de ocupación.
- 4.2.4.3 Existe separación lateral entre dos aeronaves cuando por lo menos una de ellas está fuera del área de conflicto.
- 4.2.4.4 Efectuando una transición a un espacio aéreo en el que se aplican mínimas superiores de separación lateral, existirá separación lateral cuando las aeronaves se han establecido en derrotas especificadas que:
- a) estén separadas por mínimas apropiadas; y
 - b) diverjan en 15° por lo menos hasta que se establezca la separación mínima lateral correspondiente; siempre que sea posible asegurar, utilizando medios aprobados por la autoridad ATS competente, que las aeronaves cuentan con la capacidad de navegación necesaria para lograr una guía de derrota precisa.

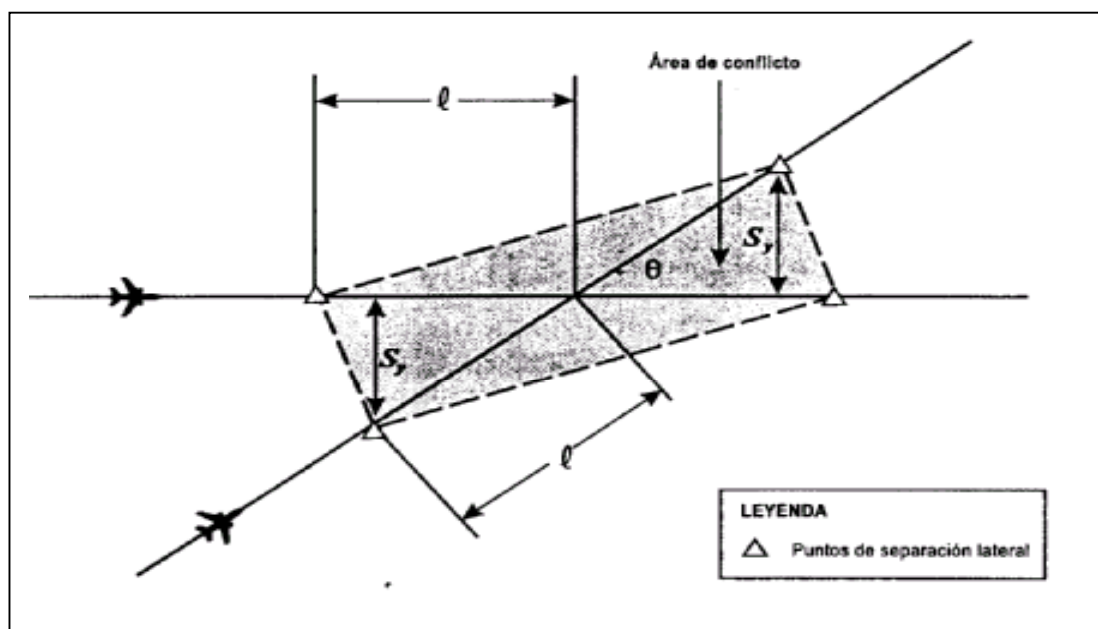


Figura 11 - 5

- 4.3 Separación longitudinal
- 4.3.1 Aplicación de la separación longitudinal.
- 4.3.1.1 La separación longitudinal se aplicará de forma que el espacio entre las posiciones estimadas de las aeronaves que han de separarse no sea nunca menor que la mínima prescrita. La separación longitudinal entre aeronaves que sigan la misma derrota o derrotas divergentes puede mantenerse mediante la aplicación del control de la velocidad incluida la técnica basada en el número de Mach. De ser aplicable, el uso de la técnica del número de Mach se prescribirá de conformidad con acuerdos regionales de navegación aérea.

- 4.3.1.2 Al aplicar las mínimas de separación longitudinal en base al tiempo o a la distancia entre aeronaves que siguen la misma derrota, se tomarán precauciones para asegurar que no se infringen las mínimas de separación siempre que la aeronave que sigue mantiene una velocidad aerodinámica superior a la de la aeronave precedente. Cuando se prevé que las aeronaves lleguen a la separación mínima aplicable, se aplicará el control de velocidad para asegurar que se mantiene la mínima de separación requerida.
- 4.3.1.3 Según los Procedimientos Suplementarios Regionales - Documento OACI 7030/4, parte SAM/RAC, por acuerdo regional de navegación aérea, se indicará en el plan de vuelo el número Mach para los vuelos con aeronaves de turbo reacción:
- a) en toda la extensión de las rutas especificadas entre San Juan (Perú) y Tongoy o Antofagasta (Chile), en las rutas especificadas entre la costa occidental del Perú y Chile y las áreas de control adyacentes de la Región PAC;
 - b) en toda la extensión de las rutas de navegación de área; el número de Mach que se haya previsto utilizar se especificará en la casilla 15 del plan de vuelo.
- 4.3.1.4 La separación longitudinal puede establecerse exigiendo a las aeronaves que salgan a horas determinadas, para pasar sobre un punto geográfico a una hora dada, o que esperen en circuito de espera sobre un lugar geográfico hasta una hora determinada.
- 4.3.1.5 La separación longitudinal entre aeronaves supersónicas durante las fases de aceleración transónica y supersónica del vuelo deberá establecerse normalmente fijando convenientemente el comienzo de la aceleración transónica, en lugar de imponer limitaciones de velocidad al vuelo supersónico.
- 4.3.1.6 La separación en función del tiempo, aplicada según 4.3.2 puede basarse en información de posición y cálculos derivados de informes orales, CPDLC o ADS-C.
- 4.3.1.7 Para los efectos de aplicación de la separación longitudinal, los términos la misma derrota, derrotas opuestas y derrotas que se cruzan tendrán el siguiente significado:
- a) La misma derrota (figura 11 - 6 a):

Derrotas en la misma dirección y derrotas que se intersectan o parte de las mismas, cuya diferencia angular es inferior a 45° o superior a 315° y cuyo espacio aéreo protegido se superpone.

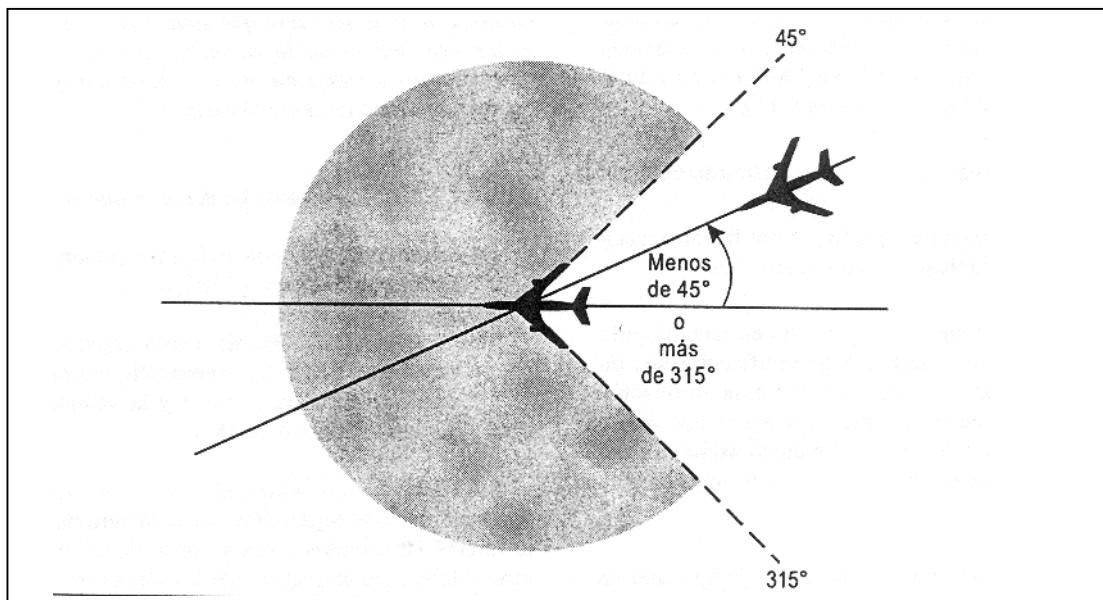


Figura 11 - 6 a

b) Derrotas opuestas (figura 11 - 6 b):

Derrotas opuestas y derrotas que se intersectan o partes de las mismas, cuya diferencia angular es superior a 135° pero inferior a 225° y cuyo espacio aéreo protegido se superpone.

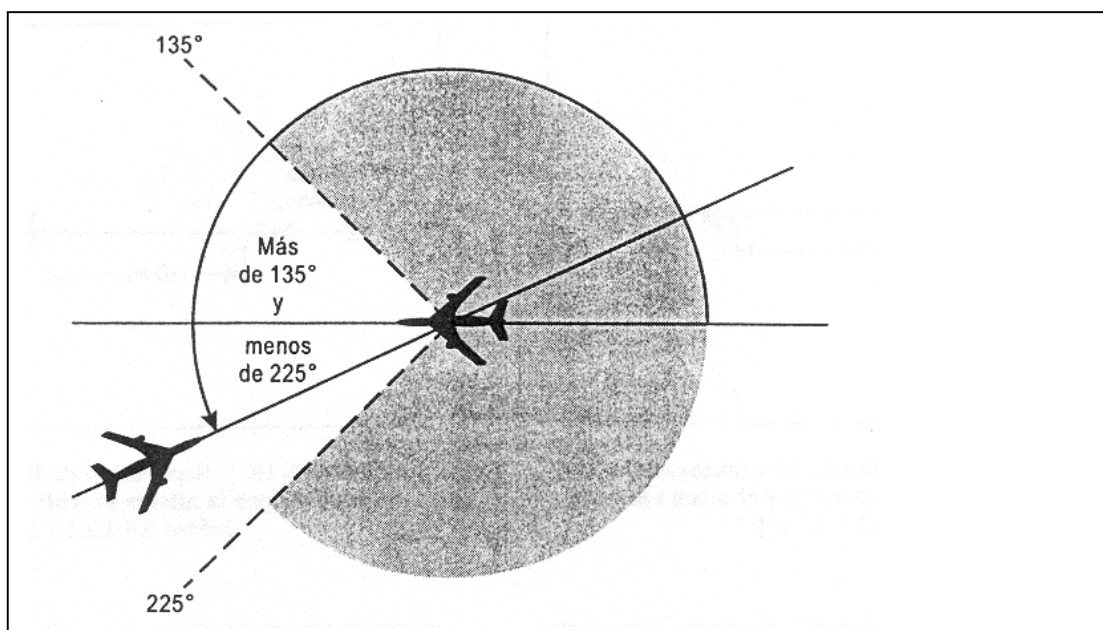


Figura 11 - 6 b

c) Derrotas que se cruzan (figura 11 - 6 c):

Derrotas que se intersectan o partes de las mismas, distintas de las especificadas en a) y b) anteriores.

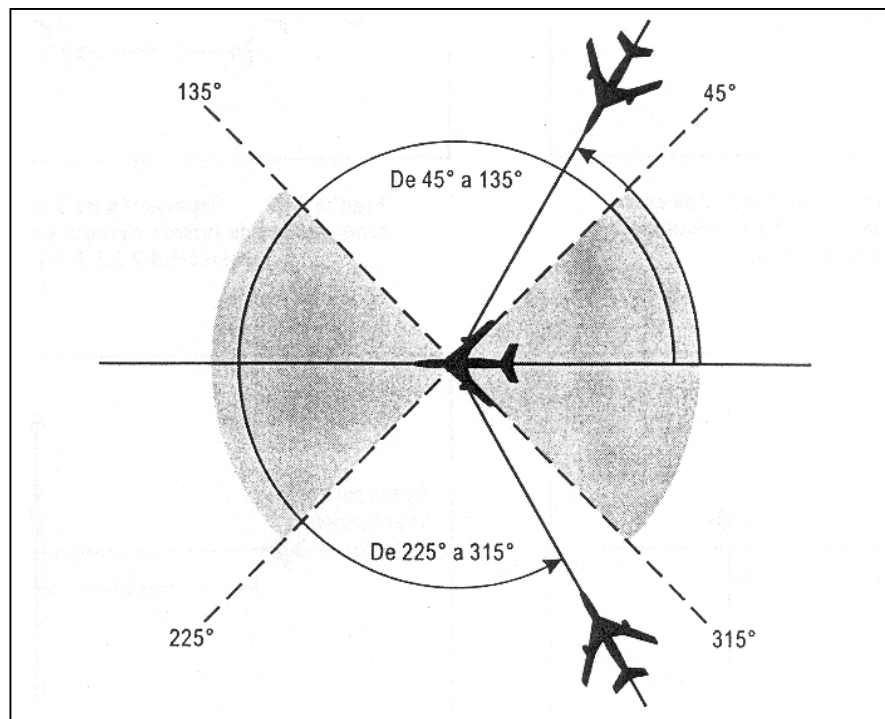


Figura 11 - 6 c

4.3.2 Mínima de separación longitudinal en función del tiempo

4.3.2.1 Aeronaves que mantienen el mismo nivel y que siguen la misma derrota:

- a) 15 minutos (figura 11 - 7); o
- b) 10 minutos, si las ayudas para la navegación permiten determinar frecuentemente la posición y la velocidad (figura 11 - 8); o

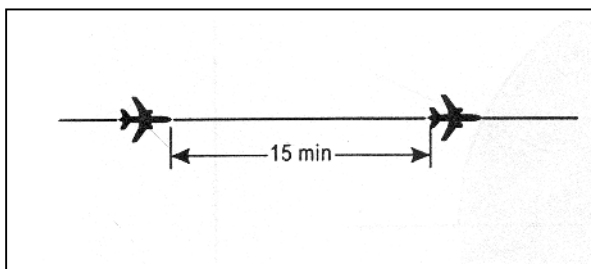


Figura 11 - 7

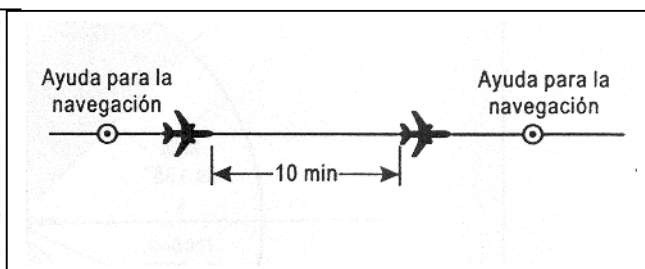


Figura 11 - 8

- c) 5 minutos en los siguientes casos, siempre que, en cada caso, la aeronave precedente mantenga una velocidad verdadera que exceda en 37 Km./h (20 kts.) o más que de la aeronave que sigue (figura 11 - 9):
- 1) entre aeronaves que han salido del mismo aeródromo;
 - 2) entre aeronaves en ruta que hayan notificado exactamente sobre el mismo punto significativo de notificación;
 - 3) entre una aeronave que salga y otra en ruta, después de que la aeronave en ruta haya notificado sobre un punto de posición situado de tal forma en relación con el punto de salida que se asegure que puede establecerse una separación de cinco minutos en el punto en que la aeronave que sale entrará en la ruta aérea; o
 - 4) en las rutas nacionales usando la técnica del número de Mach (Véase apéndice "A").
- d) 3 minutos en los casos enumerados en c), siempre que, en cada caso, la aeronave precedente mantenga una velocidad verdadera que exceda en 74 Km./h (40 kts) o más que de la aeronave que sigue (figura 11 - 10).

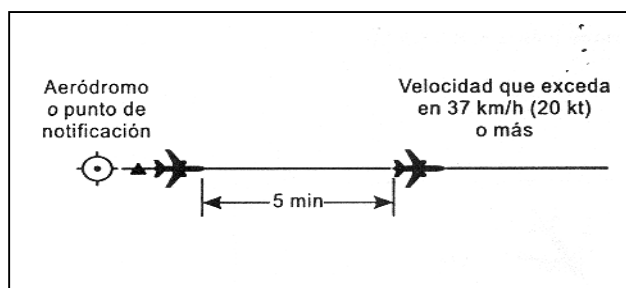


Figura 11 - 9

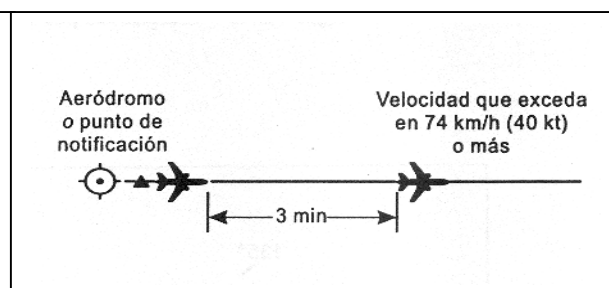


Figura 11 - 10

4.3.2.2 Aeronaves que mantienen el mismo nivel y que siguen derroteros que se cruzan

- a) 15 minutos en el punto de intersección de las derroteros (figura 11 - 11); o
- b) 10 minutos, si las ayudas para la navegación permiten determinar frecuentemente la posición y la velocidad (figura 11 - 12).

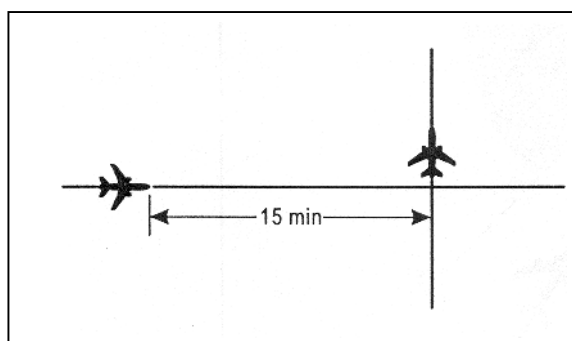


Figura 11 - 11

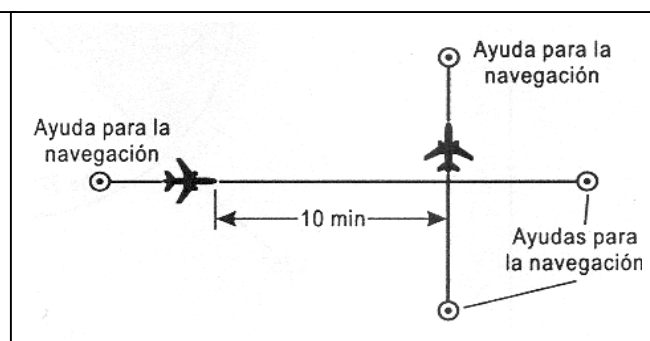


Figura 11 - 12

4.3.2.3 Aeronaves que ascienden o descienden y que siguen la misma derrota

Cuando una aeronave vaya a cruzar el nivel de otra aeronave que sigue la misma derrota, se establecerá la siguiente separación longitudinal mínima:

- a) 15 minutos cuando no exista separación vertical (figuras 11 - 13 a y 11 - 13 b); o

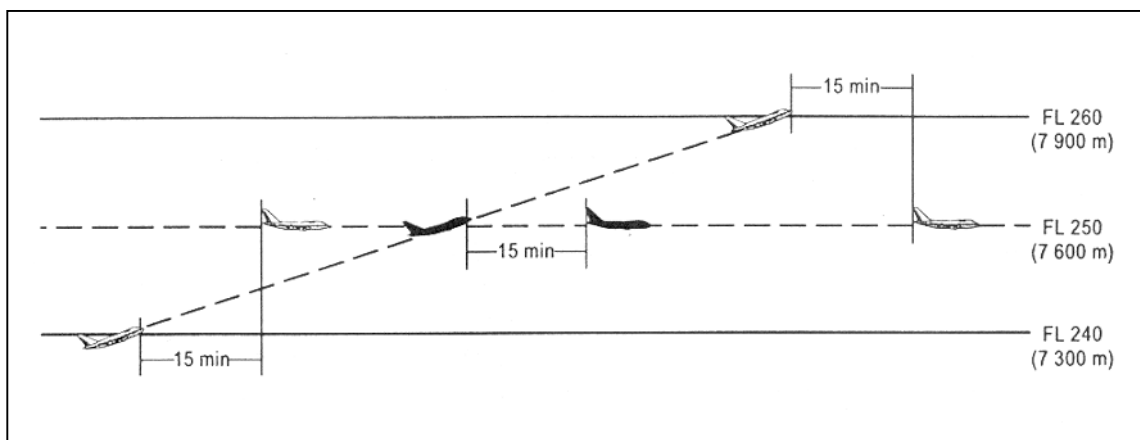


Figura 11 - 13 a

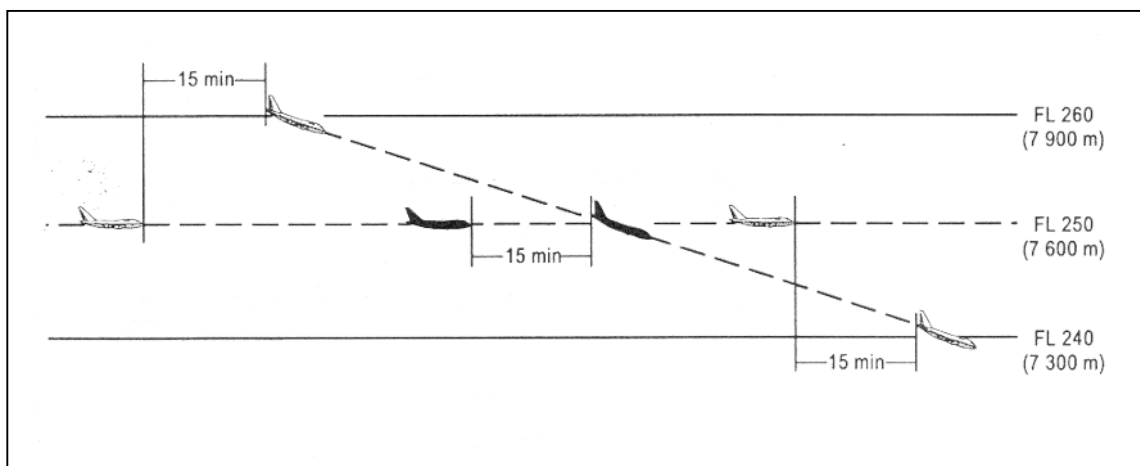


Figura 11 - 13 b

- b) 10 minutos cuando no exista separación vertical, pero esta separación se autorizará únicamente donde las ayudas para la navegación permitan determinar frecuentemente la posición y la velocidad (figuras 11 - 14 a y 11 - 14 b); o

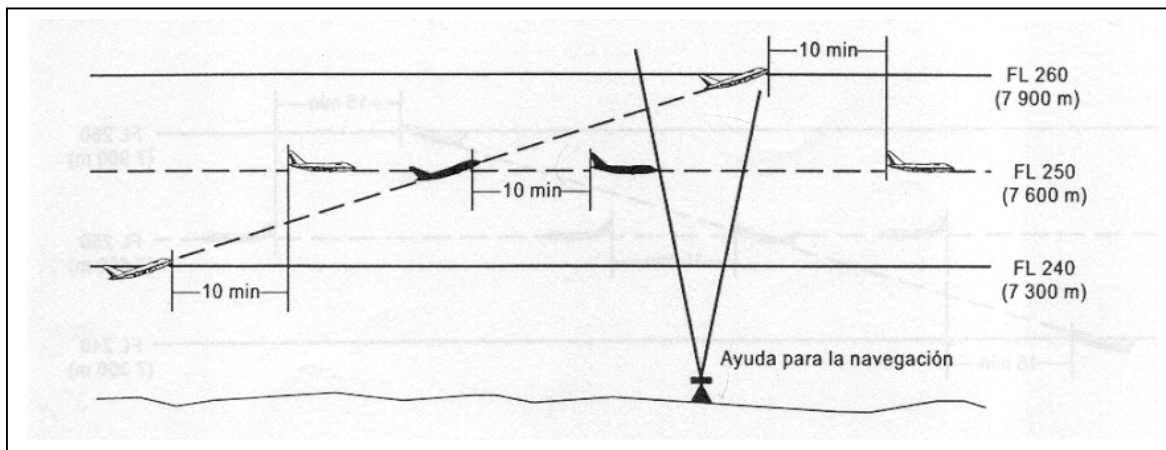


Figura 11 - 14 a

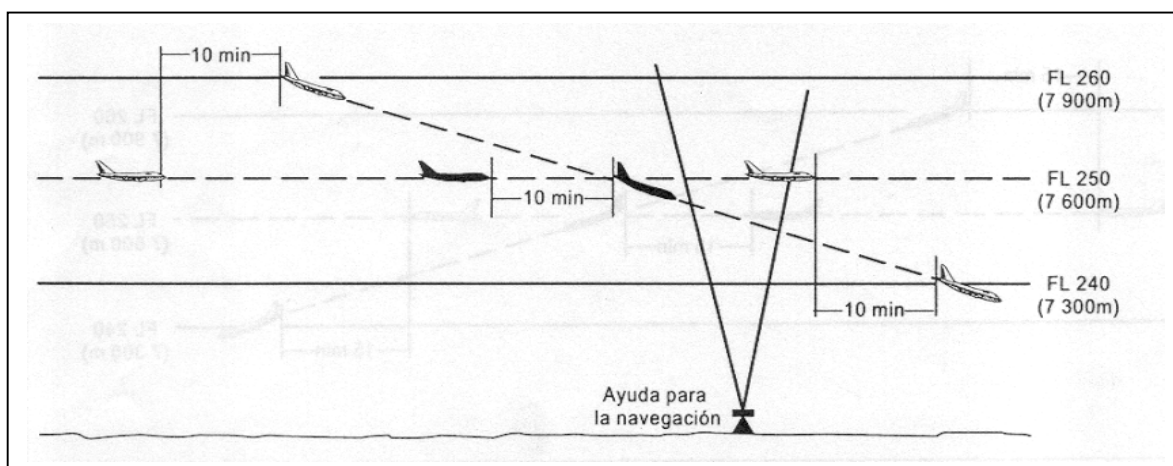


Figura 11 - 14 b.-

- c) 5 minutos cuando no exista separación vertical, siempre que el cambio de nivel se inicie dentro de 10 minutos a partir del momento en que la segunda aeronave ha notificado encontrarse exactamente sobre un punto de notificación preciso (figuras 11 - 15 a y 11 - 15 b).

Con el fin de facilitar la aplicación del procedimiento cuando hay que hacer un cambio de nivel considerable, puede autorizarse a la aeronave que desciende a volar a algún nivel conveniente sobre la aeronave que esté más baja, o puede autorizarse a la aeronave que asciende a volar a un nivel conveniente por debajo de la aeronave que esté más alta, para permitir otra verificación de la separación que se obtendrá cuando no exista separación vertical.

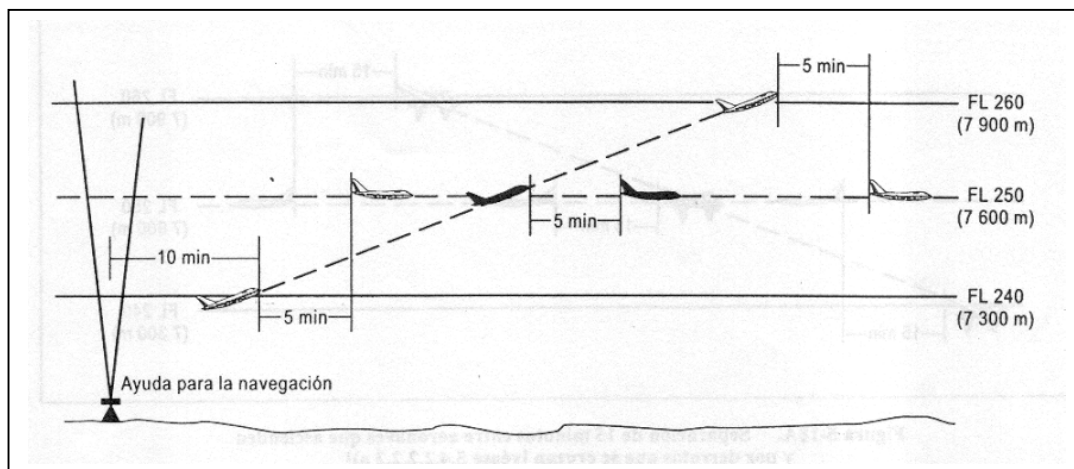


Figura 11 - 15 a

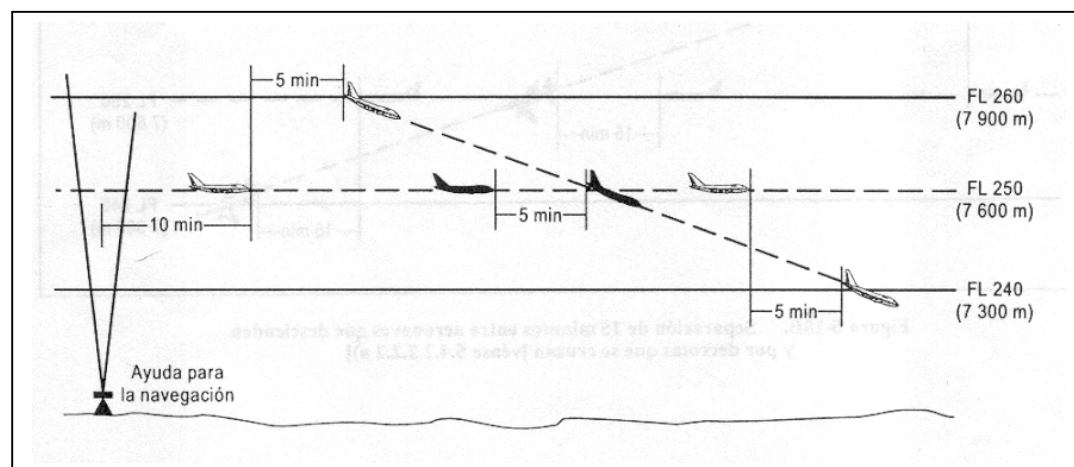


Figura 11 - 15 b

4.3.2.4 Aeronaves que ascienden o descienden y que siguen derroteros que se cruzan:

a) 15 minutos cuando no exista separación vertical, (figuras 11 - 16 a y 11 - 16 b); ó

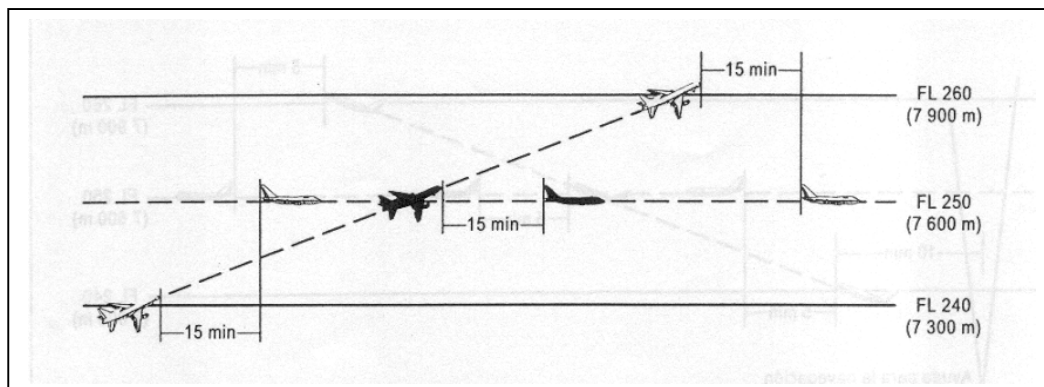


Figura 11 - 16 a

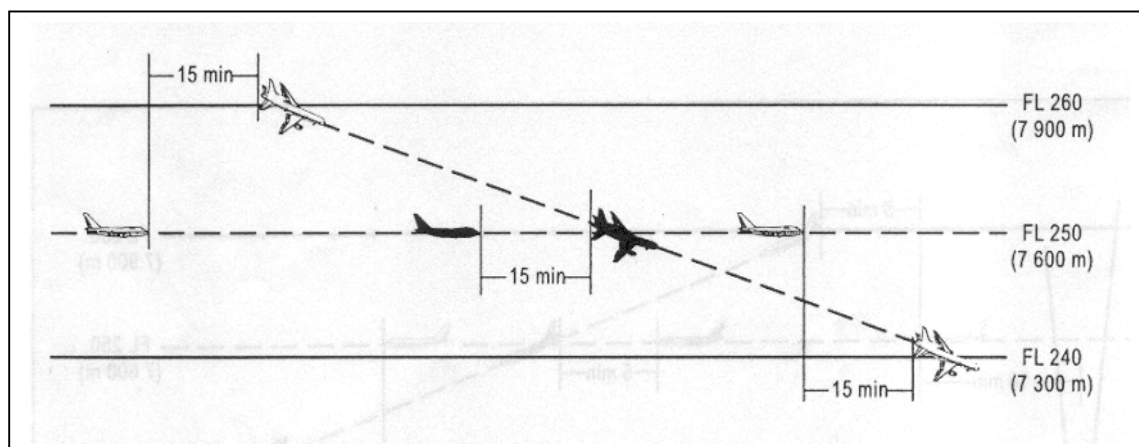


Figura 11 - 16 b

- b) 10 minutos cuando no exista separación vertical si las ayudas para la navegación permiten determinar frecuentemente la posición y la velocidad (figuras 11 - 17 a y 11 - 17 b).

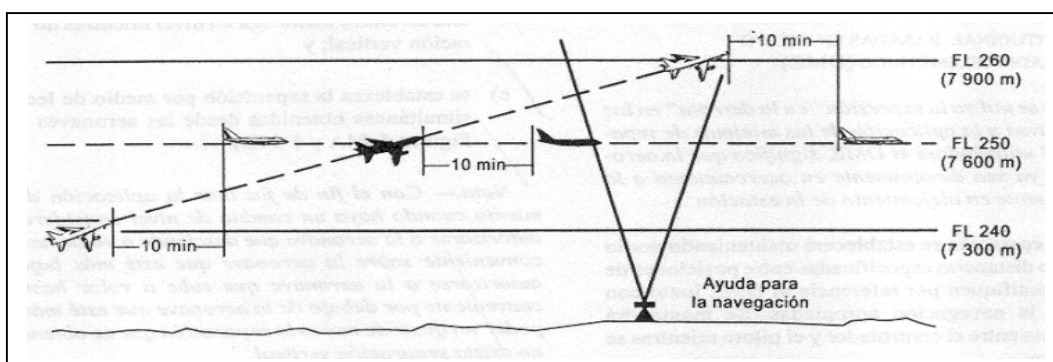


Figura 11 - 17 a

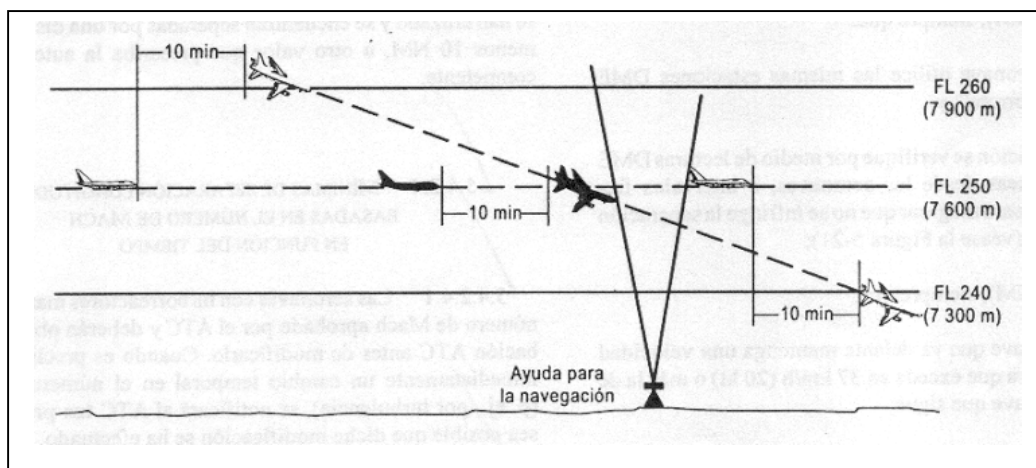


Figura 11 - 17 b

4.3.3 Aeronaves que siguen derrotas opuestas

Cuando no se proporcione separación lateral, la vertical se proveerá por lo menos 10 minutos antes y hasta 10 minutos después del momento en que se prevea que las aeronaves se cruzarán o se hayan cruzado (figura 11 - 18). Cuando se haya determinado positivamente que las aeronaves se han cruzado, no es necesario aplicar esta mínima.

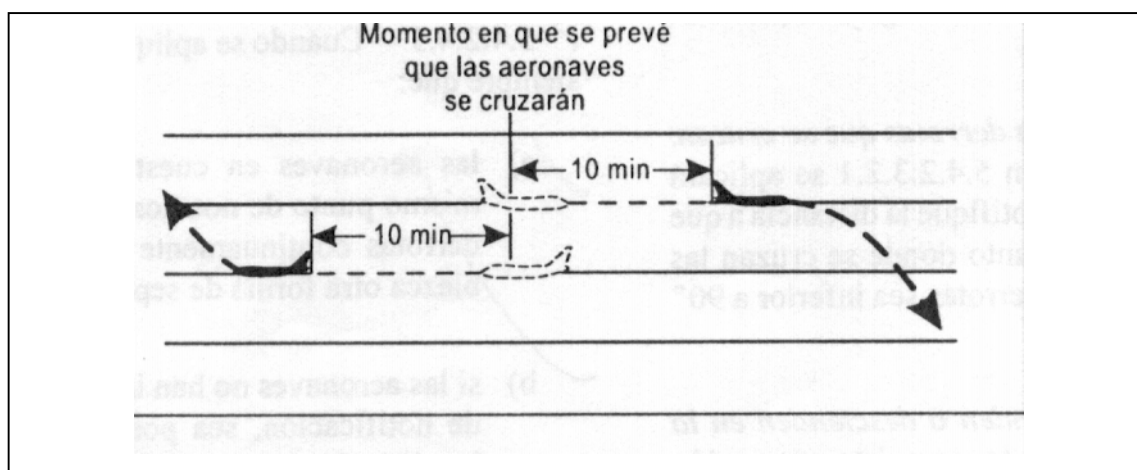


Figura 11 - 18

4.3.4 Mínimas de separación longitudinal basadas en distancia DME y/o GNSS

4.3.4.1 La separación se establecerá manteniendo por lo menos la distancia o distancias especificadas entre posiciones de aeronaves, que se notifiquen por referencia al DME junto con otras ayudas para la navegación apropiada y/o GNSS. Este tipo de separación se aplicará entre dos aeronaves que utilicen DME, o dos aeronaves que utilicen GNSS, o entre una aeronave que emplee DME y una aeronave que use GNSS. Se mantendrá comunicación directa entre el controlador y el piloto mientras se utilice tal separación.

4.3.4.2 Al aplicar estas mínimas de separación entre cualesquiera aeronaves con medios de navegación de área, los controladores solicitarán específicamente la distancia derivada del GNSS.

4.3.4.3 Aeronaves al mismo nivel de crucero que siguen la misma derrota:

a) 37 Km. (20 NM), siempre que:

1) cada aeronave utilice:

- i) las mismas estaciones DME "en la derrota" cuando las dos aeronaves utilicen DME, o
- ii) una estación DME "en la derrota" y un punto de recorrido en un emplazamiento común cuando una aeronave utilice DME y la otra, GNSS, o

- iii) el mismo punto de recorrido, cuando las dos aeronaves utilicen GNSS; y
- 2) la separación se verifique por medio de lecturas DME y/o GNSS simultáneas desde las aeronaves, a intervalos frecuentes para asegurar que no se infringe la separación mínima (figura 11 - 19);
- b) 19 km (10 NM), siempre que:
 - 1) la aeronave que va delante mantenga una velocidad verdadera que exceda en 37 km/h (20 kt) o más la de la aeronave que sigue;
 - 2) cada aeronave utilice:
 - i) las mismas estaciones DME “en la derrota” cuando las dos aeronaves utilicen DME, o
 - ii) una estación DME “en la derrota” y un punto de recorrido en un emplazamiento común cuando una aeronave utilice DME y la otra, GNSS, o
 - iii) el mismo punto de recorrido, cuando las dos aeronaves utilicen GNSS; y
 - 3) la separación se verifique por medio de lecturas DME y/o GNSS simultáneas desde las aeronaves, a los intervalos que sean necesarios para asegurar que se establece la separación mínima y que no se infringe ésta (figura 11 - 20).

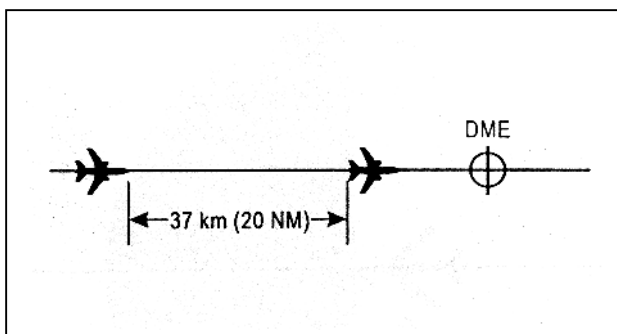


Figura 11 - 19

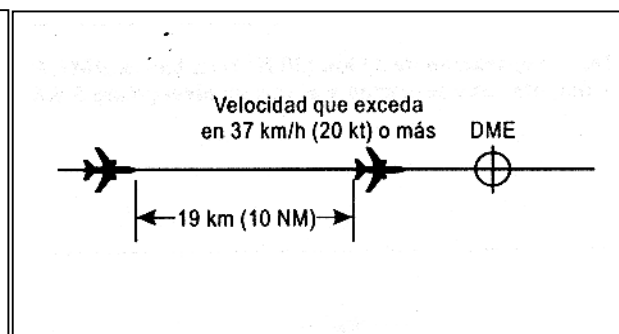


Figura 11 - 20

4.3.4.4 Aeronaves al mismo nivel de crucero que siguen derrotas que se cruzan

La separación longitudinal prescrita en 4.2.3.3, se aplicará también a condición de que cada aeronave notifique a que distancia se halla de la estación DME y/o de un punto de recorrido en un emplazamiento común del mismo punto de recorrido situada o en el punto donde se cruzan las derrotas y el ángulo relativo entre las derrotas sea inferior a 90° (figuras 11 - 21 a y 11 - 21 b).

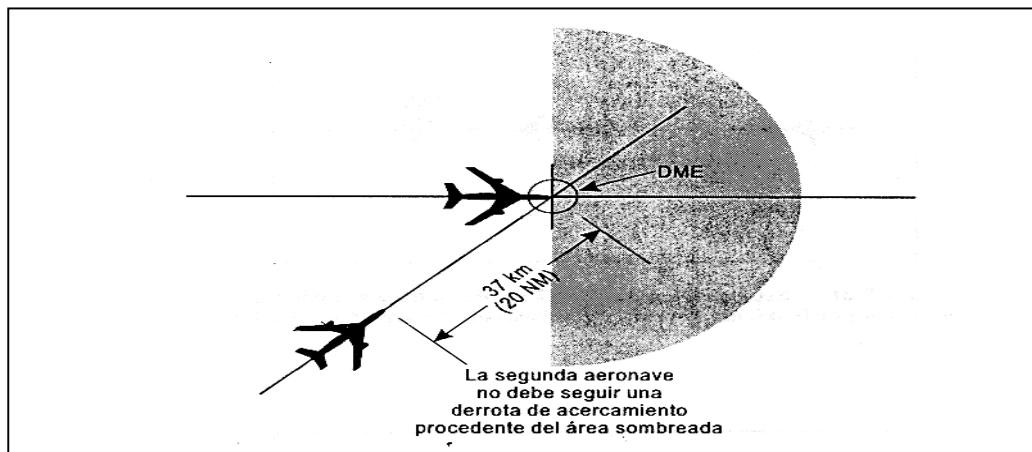


Figura 11 - 21 a

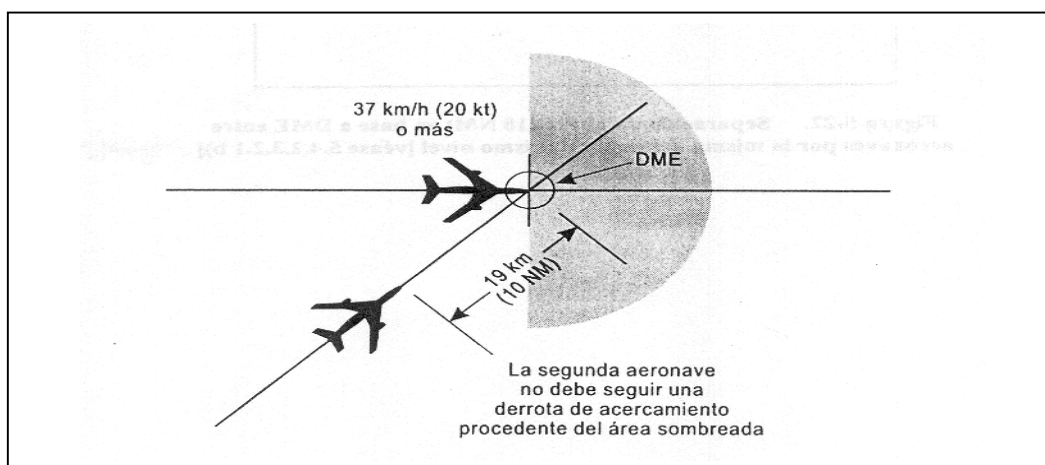


Figura 11 - 21 b

4.3.4.5 Aeronaves en ascenso y descenso en la misma derrota

19 km (10 NM), cuando no exista separación vertical, siempre que:

- cada aeronave utilice:
 - las mismas estaciones DME “en la derrota” cuando las dos aeronaves utilicen DME, o
 - una estación DME “en la derrota” y un punto de recorrido en un emplazamiento común cuando una aeronave utilice DME y la otra, GNSS, o
 - el mismo punto de recorrido, cuando las dos aeronaves utilicen GNSS; y
- una aeronave mantenga un nivel mientras no exista separación vertical; y
- se establezca la separación por medio de lecturas DME y/o GNSS simultáneas obtenidas desde las aeronaves (figuras 11 – 22 a y 11 – 22 b).

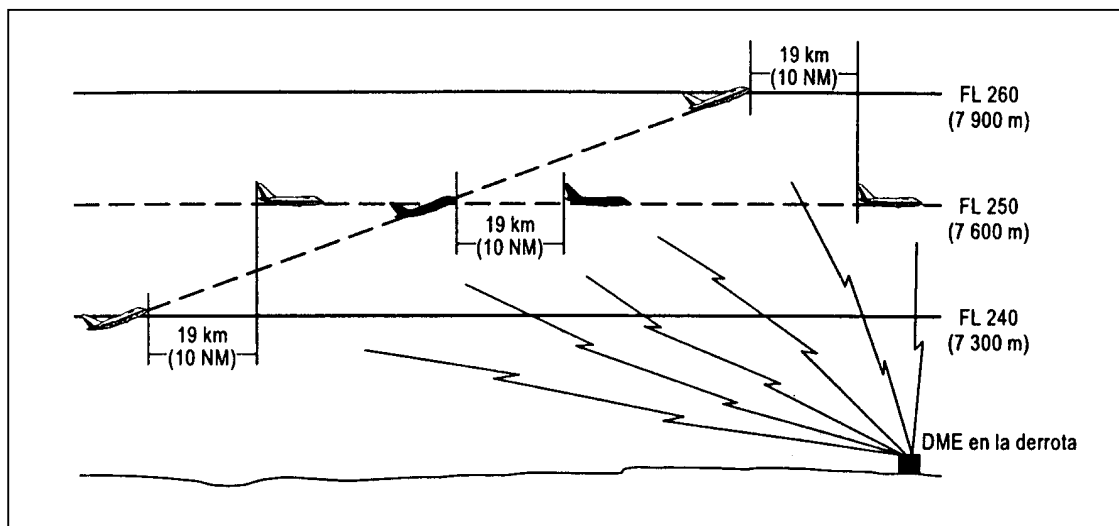


Figura 11 - 22 a

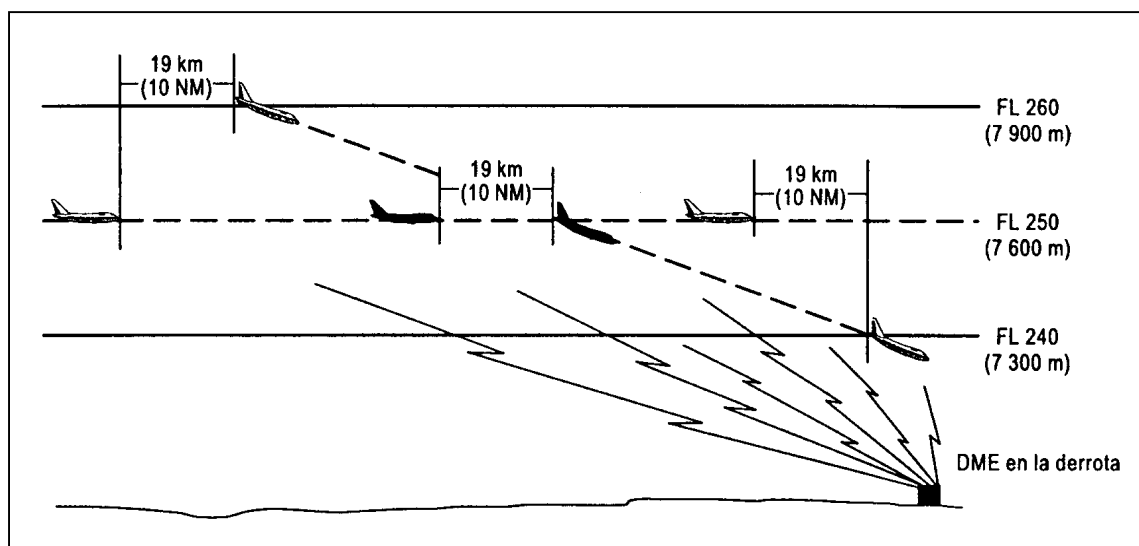


Figura 11 - 22 b

4.3.4.6 Aeronaves que siguen derrota opuestas.

Puede autorizarse a las aeronaves que utilicen un DME “en la derrota” y/o un punto de recorrido en un emplazamiento común o el mismo punto de recorrido a que asciendan o desciendan a través de los niveles ocupados por otras aeronaves que utilicen un DME en la derrota y/o un punto de recorrido en un emplazamiento común o el mismo punto de recorrido, o a que los crucen, siempre que se haya determinado con certeza que las aeronaves se han cruzado y se encuentran separadas por una distancia de al menos 10 NM, u otro valor que prescriba la autoridad ATS competente.

4.3.5 Mínimas de separación longitudinal basadas en el número de Mach en función del tiempo.

- 4.3.5.1 Las aeronaves con turborreactores mantendrán el número de Mach aprobado por el ATC y deberán obtener aprobación ATC antes de modificarlo. Cuando es preciso efectuar inmediatamente un cambio temporal en el número de Mach (ejemplo, por turbulencia), se notificará al ATC tan pronto como sea posible que dicha modificación se efectuó.
- 4.3.5.2 Si, debido a su performance, la aeronave no puede mantener durante ascensos o descensos en ruta el último número de Mach asignado, los pilotos de las aeronaves en cuestión lo notificarán al ATC al solicitarse el ascenso/descenso.
- 4.3.5.3 Cuando se aplique la técnica de número Mach y siempre que:
- las aeronaves en cuestión hayan informado sobre el mismo punto común y sigan la misma derrota o derrotas continuamente divergentes hasta que se establezca otra forma de separación; o
 - si las aeronaves no han informado sobre el mismo punto de notificación, sea posible asegurarse mediante vigilancia radar, ADS-B u otros medios que existirá el intervalo de tiempo apropiado en el punto común a partir del cual o bien siguen la misma derrota o derrotas continuamente divergentes; la separación longitudinal mínima entre las aeronaves con turborreactores que siguen la misma derrota, en vuelo horizontal, ascenso o descenso, será como sigue:
 - 10 minutos; o
 - entre 9 y 5 minutos inclusive, a condición de que la aeronave precedente mantenga un número de Mach superior al de la aeronave siguiente de conformidad con la tabla indicada a continuación:

Separación (minutos)	Velocidad aeronave precedente superior a
9	0,02 Mach
8	0,03 Mach
7	0,04 Mach
6	0,05 Mach
5	0,06 Mach

- 4.3.5.4 Cuando se aplica separación longitudinal mínima de 10 minutos basándose en la técnica del número de Mach, la aeronave precedente mantendrá un número de Mach igual o superior al de la aeronave siguiente.
- 4.3.6 Mínimas de separación longitudinal y técnica del número de Mach basadas en distancia RNAV.

- 4.3.6.1 Las aeronaves con turboreactores mantendrán el número de Mach aprobado por el ATC y deberán obtener aprobación ATC antes de modificarlo. Cuando es preciso efectuar inmediatamente un cambio temporal en el número de Mach (p. ej., por turbulencia), se notificará al ATC tan pronto como sea posible que dicha modificación se ha efectuado.

Si, debido a su performance, la aeronave no puede mantener durante ascensos o descensos en ruta el último número de Mach asignado, el piloto de la aeronave en cuestión notificará al ATC al solicitarse el ascenso/descenso.

- 4.3.6.2 Las mínimas de separación basadas en la distancia RNAV no se aplicarán después de que el piloto haya avisado al ATC sobre deterioro o falla del equipo de navegación.

- 4.3.6.3 La separación se establecerá manteniendo como mínimo la distancia especificada entre las posiciones de las aeronaves, notificada con referencia al equipo RNAV. Deberá mantenerse comunicación directa entre el controlador y el piloto mientras se utilice tal separación. Cuando se haga uso de canales de altas frecuencias, o de muy altas frecuencias de alcance ampliado de uso general, en las comunicaciones aeroterrestres para el servicio de control de área y de ellas se encargue el personal que se ocupa de las comunicaciones aeroterrestres, se adoptarán las medidas adecuadas para proporcionar comunicaciones directas entre el piloto y el controlador, o para que el controlador pueda supervisar todas las comunicaciones aeroterrestres.

Para ayudar a los pilotos a proporcionar fácilmente la información necesaria sobre distancia RNAV, dicha información de posición deberá darse haciendo referencia, siempre que sea posible, a un punto de recorrido común situado delante de ambas aeronaves.

- 4.3.6.4 La separación basada en la distancia RNAV puede aplicarse entre las aeronaves dotadas de equipo RNAV que vuelan en rutas RNAV designadas o en rutas ATS definidas por VOR.

- 4.3.6.5 Se podrá aplicar una mínima de separación de 150 km (80 NM) y técnica del número Mach basada en la distancia RNAV en lugar de la mínima de separación longitudinal de 10 minutos entre las aeronaves con derrotas en el mismo sentido con la técnica del número Mach, siempre que:

- a) cada aeronave notifique su distancia hasta o desde el punto de recorrido "en la derrota"; y
- b) se verifique la separación entre aeronaves al mismo nivel por medio de lecturas simultáneas de la distancia RNAV desde las aeronaves, a intervalos frecuentes, con el objeto de asegurar que se respeta la mínima; y
- c) se establezca la separación entre aeronaves que ascienden o descienden por medio de lecturas simultáneas de la distancia RNAV desde las aeronaves; y
- d) en el caso de aeronaves que ascienden o descienden, una aeronave mantenga el nivel, mientras no haya separación vertical.

- 4.3.6.6 Cuando se aplica la mínima de separación longitudinal de 150 km (80 NM) con la técnica de número Mach verdadero, la aeronave que precede tendrá un número Mach

igual o superior al que mantiene la siguiente aeronave.

4.3.6.7 Aeronaves que siguen derrotas opuestas.

Puede autorizarse a las aeronaves que utilizan RNAV a que asciendan o desciendan hasta los niveles ocupados por otras aeronaves que utilicen RNAV, siempre que se haya establecido con certeza por medio de lecturas simultáneas de la distancia RNAV desde o hasta el mismo punto de recorrido "en la derrota" que las aeronaves se han cruzado y están separadas por 150 km (80 NM) de distancia como mínimo.

4.3.7 Mínimas de separación longitudinal basadas en distancia utilizando RNAV donde se especifique RNP

4.3.7.1 Se establecerá la separación manteniendo una distancia que no sea inferior a la especificada entre las posiciones de las aeronaves según se notifique tomando como referencia el mismo punto común en la "derrota", adelante de ambas aeronaves cuando sea posible, o por medio de un sistema automático de notificación de la posición.

4.3.7.2 Cuando se reciba información que indique que existe un fallo del equipo de navegación o un deterioro a un nivel inferior a los requisitos de performance de navegación, ATC aplicará, según corresponda, mínimas de separación alternativas.

4.3.7.3 Se mantendrán las comunicaciones directas entre el controlador y el piloto cuando se apliquen mínimas de separación basadas en distancia. Las comunicaciones directas entre el controlador y el piloto serán orales o comunicaciones entre controlador y piloto por enlace de datos (CPDLC). Los criterios en materia de comunicaciones que se requieren para que las CPDLC satisfagan la necesidad de comunicaciones directas entre controlador y piloto se establecerán mediante una evaluación apropiada de la seguridad.

4.3.7.4 Antes y durante la aplicación de mínimas de separación basadas en la distancia, el controlador determinará la idoneidad del enlace de comunicaciones disponibles, teniendo presente el lapso requerido para recibir respuestas de dos o más aeronaves, así como el volumen general de trabajo y de tránsito asociado con la aplicación de esas mínimas.

4.3.8 Mínimas de separación longitudinal basadas en distancia en un entorno RNAV RNP que no utiliza ADS-C.

4.3.8.1 Respecto a las aeronaves en crucero, que asciendan o desciendan en la misma derrota, podrían utilizarse las siguientes mínimas de separación:

Mínima de Separación	Tipo de RNP	Requisito de Comunicación	Requisito de vigilancia	Requisitos de verificación de distancia
93 Km (50 NM)	10	Comunicaciones directas Controlador/piloto	Informes reglamentarios de posición	Al menos cada 24 minutos

Cuando la utilización de una separación basada en distancia implique un cambio considerable de nivel, podrá autorizarse a una aeronave en descenso que vuele a algún nivel conveniente por encima de la aeronave que vuela más bajo, o a una aeronave en ascenso que vuele a algún nivel conveniente por debajo de la aeronave que vuela a un nivel más alto (p. Ej. 1.200 m (4.000 ft.) o menos), a fin de permitir que se ejerza un control adicional sobre la separación que se mantendrá mientras no exista separación vertical.

- 4.3.8.2 Cuando se aplique la separación de 93 km (50 NM), y una aeronave se abstenga de notificar su posición, el controlador tomará las medidas necesarias para establecer comunicación dentro de 3 minutos. Si la comunicación no se ha establecido dentro de los 8 minutos a partir del momento en que debió haber recibido el informe, el controlador tomará medidas para aplicar una forma alternativa de separación.
- 4.3.8.3 Cuando se aplique la notificación automática de posición, se utilizará una referencia común en materia de tiempo.
- 4.3.8.4 Aeronaves en derrotas opuestas. Se podrá autorizar a una aeronave que ascienda o descienda hasta o a través de los niveles ocupados por otra aeronave, a condición de que se haya establecido inequívocamente que las aeronaves se han pasado una a la otra y la distancia es igual por lo menos a la mínima de separación aplicable.
- 4.3.9 Mínimas de separación longitudinal basadas en distancia de un entorno RNAV RNP que utiliza ADS-C.
- 4.3.9.1 Se aplicará separación basada en la utilización de ADS-C de modo que la distancia entre las posiciones calculadas de las aeronaves nunca sea menor que la mínima prescrita. Esta distancia se obtendrá mediante uno de los métodos siguientes:
 - a) Cuando las aeronaves se encuentren en la misma derrota idéntica, la distancia puede medirse entre las posiciones calculadas de las aeronaves o puede calcularse midiendo las distancias a un punto común en la derrota (figuras 11 - 23 a y 11 - 23 b)
 - b) cuando las aeronaves se encuentran en las mismas derrotas no paralelas o en derrotas opuestas no paralelas que no sean las de a), la distancia se calculará midiendo las distancias al punto común de intersección de las derrotas o derrota proyectada (figuras 11 - 24 a, 11 - 24 b, y 11 - 25); y
 - c) cuando las aeronaves se encuentren en derrotas paralelas cuyas áreas de protección se superponen, la distancia se medirá a lo largo de la derrota de una de las aeronaves como se indicó en a) utilizando su posición calculada y el punto por delante de la posición calculada de la otra aeronave (figura 11 - 26).
- 4.3.9.2 Cuando las aeronaves están en la separación mínima aplicable o se prevé que se reducirán a ella, se utilizarán técnicas de control de velocidad, incluyendo la asignación de número de Mach, para garantizar que exista la distancia mínima en el período de aplicación de las mínimas.
- 4.3.9.3 Para las aeronaves en crucero, que ascienden o descienden en la misma derrota, pueden utilizarse las mínimas de separación siguientes:

Mínimas de Separación	Tipo de RNP	Intervalo máximo de notificación periódica ADS-C
93 Km. (50 NM)	10	27 minutos
55.5 Km. (30 NM)	4	32 minutos
	4	14 minutos

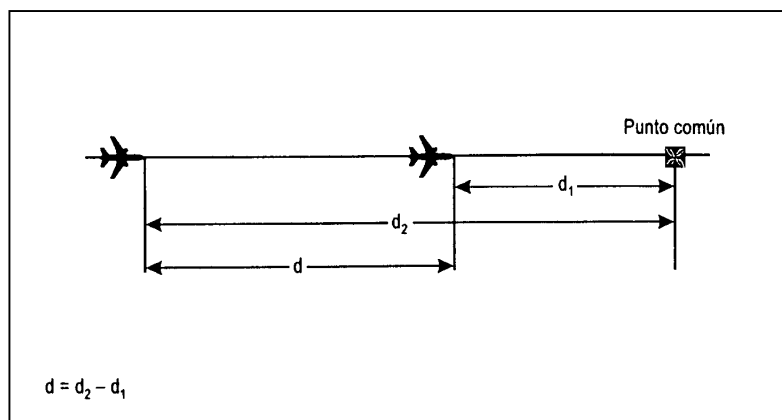


Figura 11-23 a

Cálculo de la distancia longitudinal entre aeronaves, derrota idéntica, mismo sentido

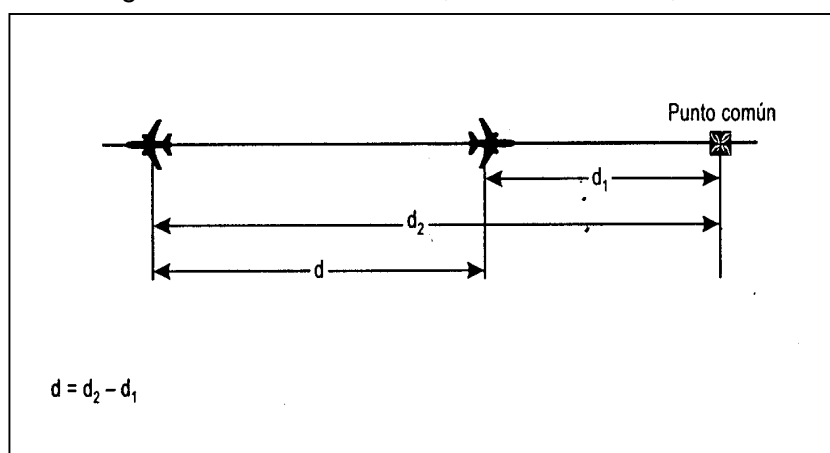


Figura 11-23 b

Cálculo de la distancia longitudinal entre aeronaves, derrota idéntica, mismo sentido

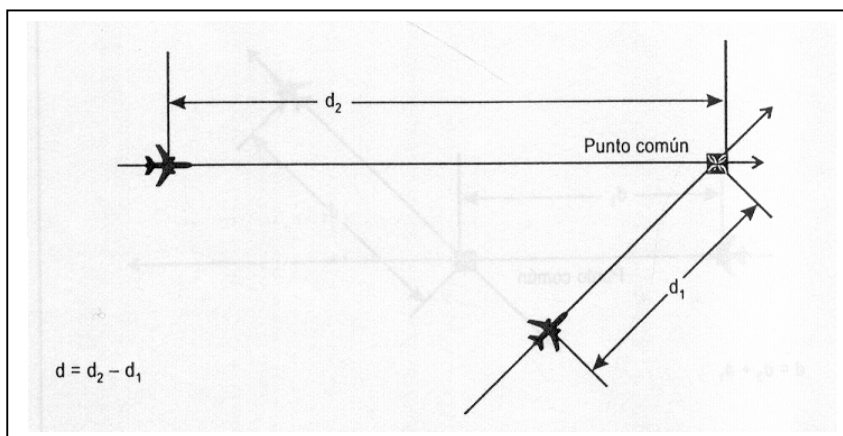


Figura 11-24 a

Cálculo de la distancia longitudinal entre aeronaves, misma derrota, pero no idéntica.

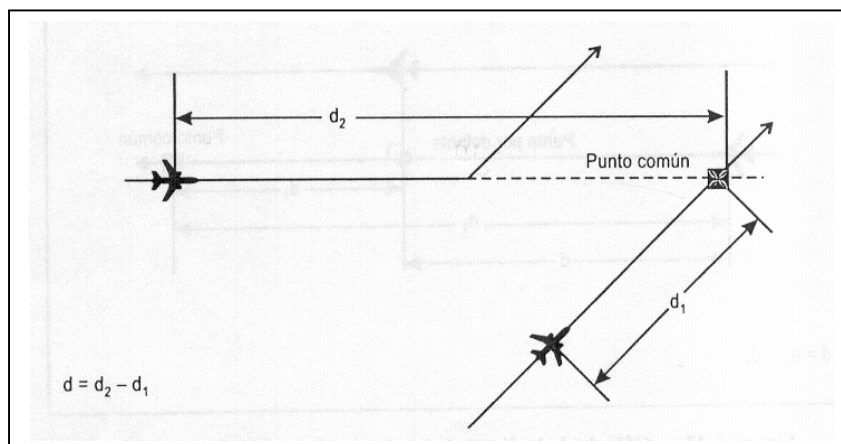


Figura 11-24 b

Cálculo de la distancia longitudinal entre aeronaves, misma derrota, pero no idéntica.

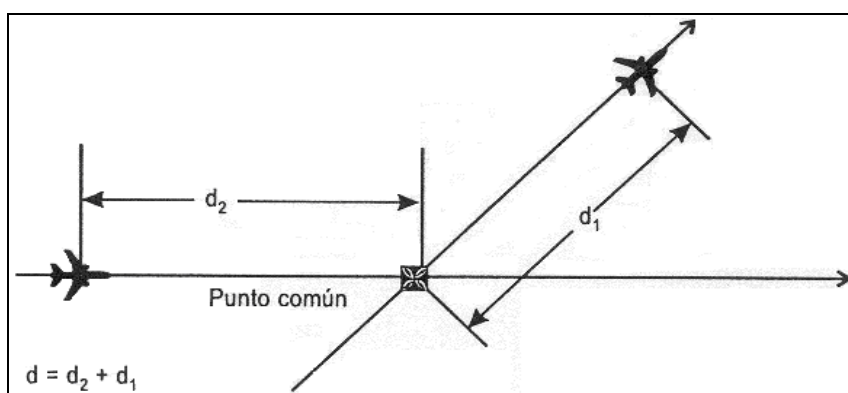


Figura 11-25

Cálculo de la distancia longitudinal entre aeronaves lados opuestos del punto común.

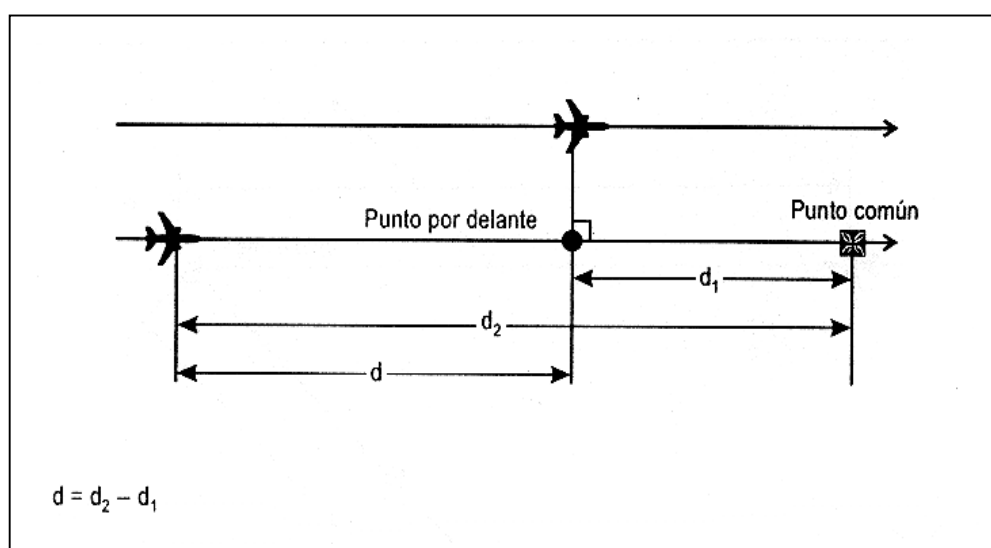


Figura 11-26

Cálculo de la distancia longitudinal entre aeronaves derrota paralelas.

- 4.3.9.4 El sistema de comunicaciones que se suministre para permitir la aplicación de las mínimas de separación, permitirá a un controlador, dentro de un intervalo de 4 minutos, intervenir y resolver un posible conflicto comunicándose con una aeronave usando los medios normales de comunicaciones. Se dispondrá de un medio alternativo para permitir al controlador intervenir y resolver el conflicto dentro de un lapso total de 10,5 minutos, si fallan los medios normales de comunicaciones.
- 4.3.9.5 Cuando no se reciba un informe ADS-C periódico o de cambio de punto de recorrido dentro de 3 minutos a partir del momento en que debió haber sido enviado, el informe se considera retrasado y el controlador tomará medidas para obtener el informe mediante ADS-C o CPDLC. Si no se recibe un informe dentro de los 6 minutos después del momento en que debió haberse enviado el informe original, y existe posibilidad de pérdida de separación con otra aeronave, el controlador tomará medidas para resolver cualquier posible conflicto, tan pronto como sea posible. El medio de comunicaciones suministrado será de un tipo que permita lograr esta separación alternativa dentro de 7,5 minutos adicionales.
- 4.3.9.6 Las aeronaves en sentido opuesto en derrotas opuestas pueden ser autorizadas para descender o ascender a niveles ocupados por una aeronave o pasando por los mismos, siempre que las aeronaves se hayan cruzado con la separación mínima.

5. SEPARACIÓN DE AERONAVES EN CIRCUITO DE ESPERA EN VUELO

5.1 Separación entre aeronaves en circuitos adyacentes

Las aeronaves establecidas en circuitos de espera adyacentes estarán separadas, por la mínima separación vertical aplicable, excepto cuando exista separación lateral entre las áreas de espera, según lo determinado por la autoridad ATS competente.

5.2 Separación entre aeronaves en circuito de espera y aeronaves en ruta

Excepto cuando exista separación lateral, se aplicará entre las aeronaves en circuitos de espera en vuelo y otras aeronaves que lleguen, salgan o en ruta, una separación vertical siempre que la otra aeronave en cuestión esté a menos de 5 minutos de tiempo de vuelo del área de espera o a menos de una distancia prescrita por la autoridad ATS competente. (figura 11 - 27)

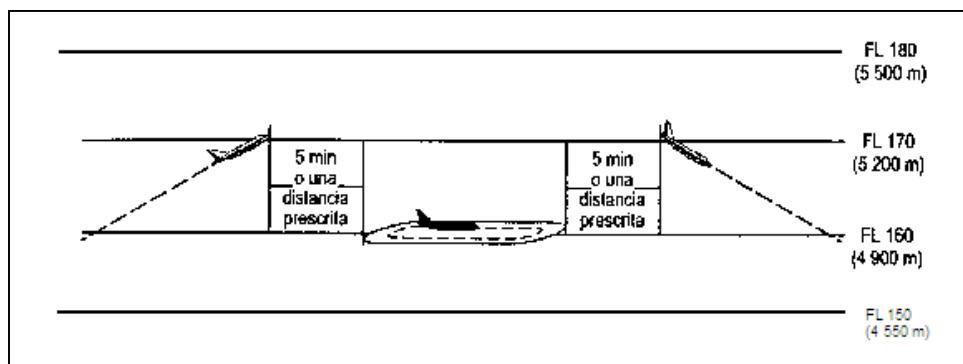


Figura 11-27

6. SEPARACIÓN MÍNIMA ENTRE AERONAVES QUE SALEN

- 6.1 Un minuto si las aeronaves han de volar en derrota que divergen, por lo menos, en un ángulo de 45° inmediatamente después del despegue, de tal manera que se consiga separación lateral (figura 11 – 28 a). Esta separación mínima podrá reducirse si las aeronaves usan pistas paralelas, o cuando se adopte el procedimiento prescrito en el DAP 11-10, para operaciones en pistas divergentes que no se crucen, con tal de que la autoridad ATS competente haya aprobado instrucciones referentes al procedimiento, y de que la separación lateral se obtenga inmediatamente después del despegue.

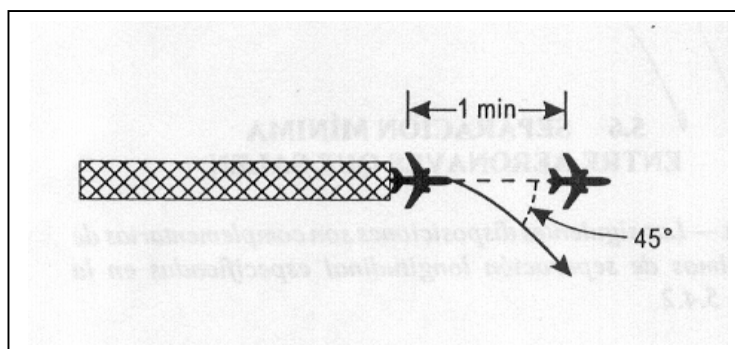


Figura 11 – 28 a

- 6.2 Dos minutos entre despegues cuando la aeronave precedente vuele por lo menos a 74 Km. /h (40 kts) más rápido, que la aeronave que la sigue, y ambas aeronaves seguirán la misma derrota (figura 11 – 28 b)

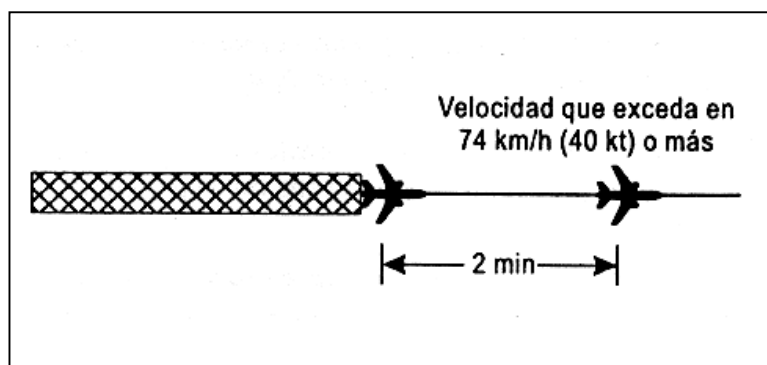


Figura 11 – 28 b

- 6.3 Entre aeronaves en despegues sucesivos que sigan derrota divergentes de 45° ó más posterior al despegue
- 6.3.1 Dos minutos de separación siempre y cuando dentro de los 5 minutos posterior al despegue se establezcan derrota que diverjan en 45° o más (figura 11-29 a).
- 6.3.2 3 millas DME de separación siempre y cuando dentro de 13 millas DME posterior al despegue, se establezcan en derrota que diverjan 45° o más (figura 11-29 b)

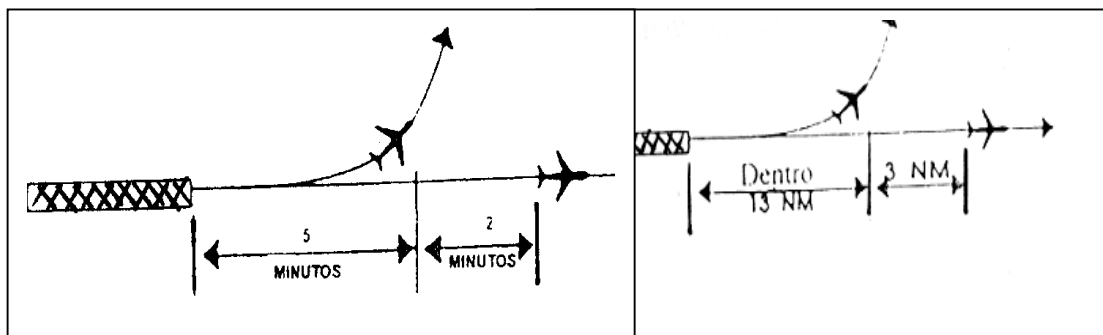


Figura 11-29 a

Figura 11-29 b

- 6.3.3 Cinco minutos cuando no exista separación vertical, si una aeronave que sale atravesará el nivel de otra que haya salido antes, y ambas vayan a seguir la misma derrota (figura 11 - 30 a). Deben tomarse medidas para asegurar que se mantenga o aumente la separación de 5 minutos cuando no exista separación vertical.

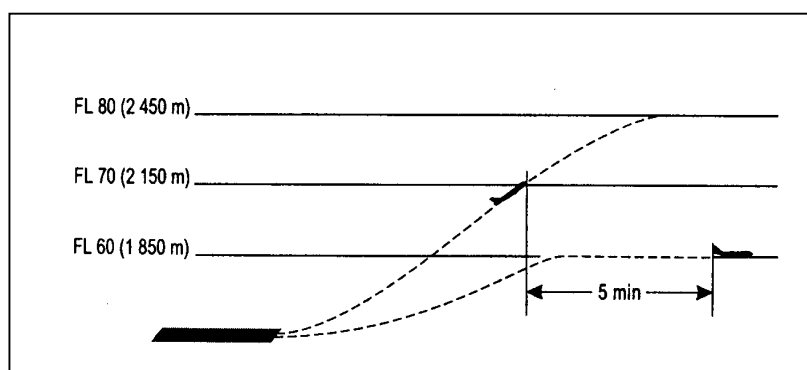


Figura 11-30 a

7. SEPARACIÓN ENTRE LAS AERONAVES QUE SALEN Y LAS QUE LLEGAN

7.1 Aplicación de separación

- 7.1.1 Si la aeronave que llega está haciendo una aproximación por instrumentos completa, la aeronave que sale puede despegar:

- en cualquier dirección, hasta que la aeronave que llega haya iniciado su viraje reglamentario o viraje de base que conduce a la aproximación final;
- en una dirección que difiera por lo menos en 45° respecto a la dirección opuesta a la de aproximación, después de que la aeronave que llega haya iniciado el viraje reglamentario o el viraje de base que conduce a la aproximación final, siempre que el despegue se haga por lo menos tres minutos antes de la hora prevista para que la aeronave que llega se halle sobre el comienzo de la pista de vuelo por instrumentos (figura 11 – 30 b).

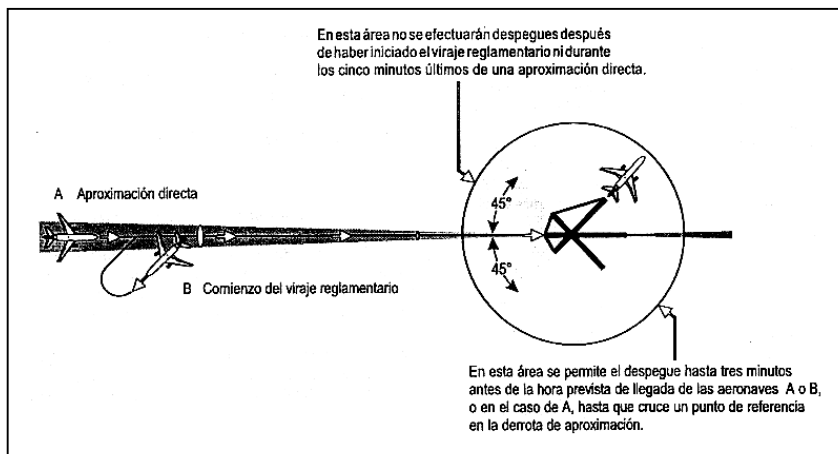


Figura 11-30 b)

7.1.2 Si la aeronave que llega hace una aproximación directa, la aeronave que sale puede despegar:

- a) en cualquier dirección, hasta cinco minutos antes de la hora a que se prevé que la aeronave que llega se hallará sobre la pista de vuelo por instrumentos;
- b) en una dirección que difiera por lo menos en 45 grados respecto a la dirección opuesta a la de aproximación de la aeronave que llega:
 - 1) Hasta tres minutos antes de la hora en que se calcula que la aeronave que llega se hallará sobre el comienzo de la pista de vuelo por instrumentos (figura 11-30 b), o bien;
 - 2) antes de que la aeronave que llega cruce un punto de referencia designado en la derrota de aproximación; el emplazamiento de tal punto de referencia será determinado por la autoridad ATS competente después de haber consultado a los explotadores.

8. MÍNIMAS DE SEPARACIÓN LONGITUDINAL EN FUNCIÓN DEL TIEMPO POR RAZÓN DE TURBULENCIA DE ESTELA.

8.1 Aplicación

8.1.1 No se requerirá de la dependencia ATC en cuestión que aplique la separación por turbulencia de estela:

- a) para vuelos VFR que aterricen en la misma pista detrás de una aeronave PESADA o MEDIA; y
- b) entre vuelos IFR que lleguen en aproximación visual cuando la aeronave haya notificado que tiene a la vista la aeronave precedente y que ha recibido instrucciones para que siga y mantenga su propia separación con esa aeronave.

8.1.2 La dependencia ATC expedirá respecto a los vuelos especificados en 8.1.1 a) y b), así como cuando por otros motivos se juzgue necesario, un aviso de precaución por

posible turbulencia de estela. El piloto al mando de la aeronave en cuestión tendrá la responsabilidad de asegurarse de que es aceptable la separación de una aeronave precedente que sea de una categoría más pesada de turbulencia de estela. Si se determina que se requiere una separación adicional, la tripulación de vuelo lo notificará consiguientemente a la dependencia ATC, manifestando sus requisitos.

8.2 Aeronaves que llegan

Salvo lo previsto en 8.1.1 a) y b), se aplicarán las siguientes mínimas de separación para aterrizajes:

- a) aeronave MEDIA detrás de una aeronave PESADA: 2 minutos;
- b) aeronave LIGERA detrás de una PESADA o MEDIA: 3 minutos

8.3 Aeronaves que salen

8.3.1 Se aplicará una mínima de 2 minutos entre una aeronave LIGERA o MEDIA que despegue detrás de una aeronave PESADA o entre una aeronave LIGERA que despegue detrás de una aeronave MEDIA cuando las aeronaves utilicen:

- a) la misma pista;
- b) pistas paralelas separadas a menos de 760 m;
- c) pistas que se cruzan, si la trayectoria de vuelo prevista de la segunda aeronave se cruzará con la trayectoria de vuelo prevista de la primera aeronave a la misma altitud o a menos de 300 m (1.000 ft) por debajo;
- d) pistas paralelas separadas 760 m o más, si la trayectoria de vuelo prevista de la segunda aeronave se cruzará con la trayectoria de vuelo prevista de la primera aeronave a la misma altitud o a menos de 300 m (1.000 ft) por debajo.
(Figuras 11 – 31 y 11 – 32)

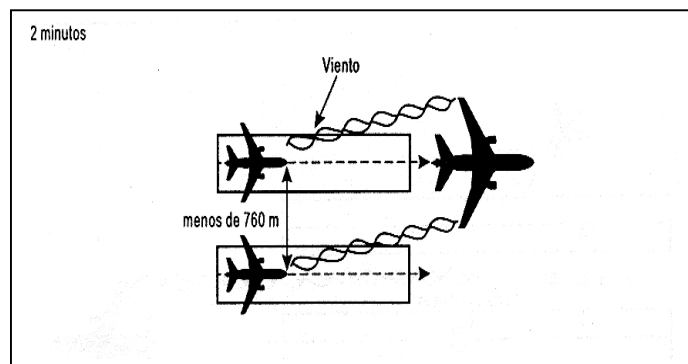


Fig. 11 – 31.

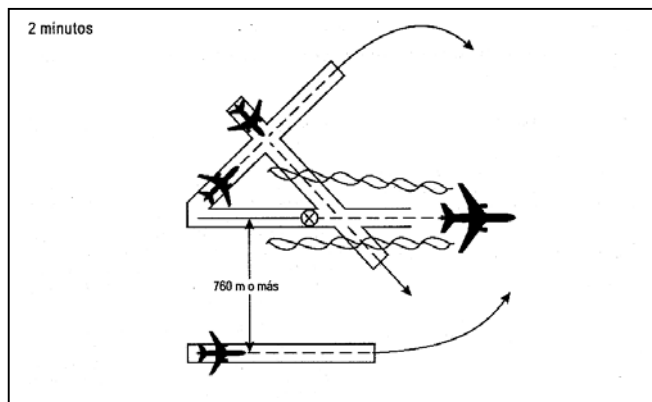


Fig. 11 - 32.

8.3.2 Se aplicará una mínima separación de 3 minutos entre una aeronave LIGERA o MEDIA cuando despegue detrás de una aeronave PESADA, o entre una aeronave LIGERA cuando despegue detrás de una aeronave MEDIA, desde:

- una parte intermedia de la misma pista; y
- una parte intermedia de una pista paralela separada a menos de 760 m.

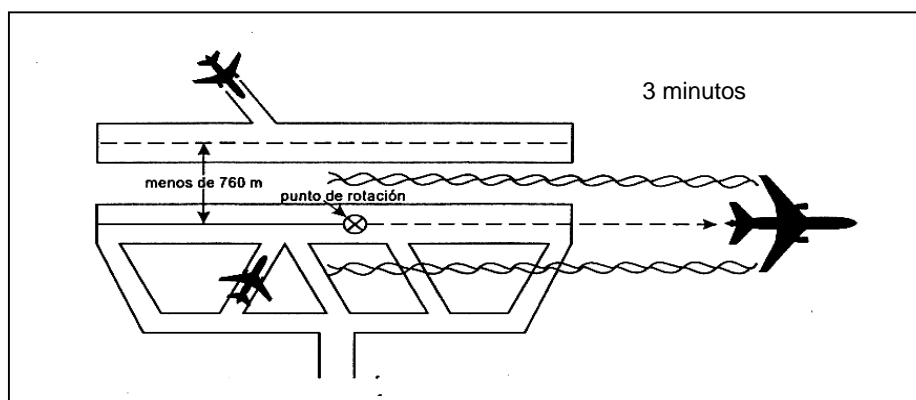


Fig. 11 - 33

8.4 Umbral de aterrizaje desplazado

Se aplicará una mínima separación de 2 minutos entre una aeronave LIGERA o MEDIA y una aeronave PESADA, y entre una aeronave LIGERA y una aeronave MEDIA, en caso de que operen en una pista con umbral de aterrizaje desplazado, cuando:

- la salida de una aeronave LIGERA o MEDIA siga a la llegada de una aeronave PESADA, y la salida de una aeronave LIGERA siga a la llegada de una aeronave MEDIA; o
- la llegada de una aeronave LIGERA o MEDIA siga a la salida de una aeronave PESADA y la llegada de una aeronave LIGERA siga a la salida de una aeronave MEDIA, si se espera que las trayectorias de vuelo previstas se crucen.

8.5 Sentidos opuestos

8.5.1 Se aplicará una mínima separación de 2 minutos entre una aeronave LIGERA o MEDIA y una aeronave PESADA, o entre una aeronave LIGERA y una aeronave MEDIA cuando la más pesada efectúe una aproximación baja o frustrada, y la más ligera:

- utilice para el despegue una pista en sentido opuesto; o (figura 11 – 34)
- aterrice en la misma pista en sentido opuesto o en una pista paralela de sentido opuesto separada a menos de 760 m. (figura 11 – 35)

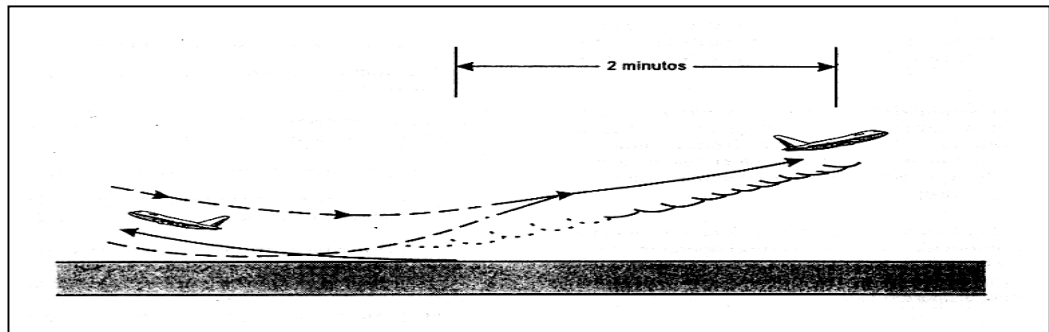


Figura 11-34

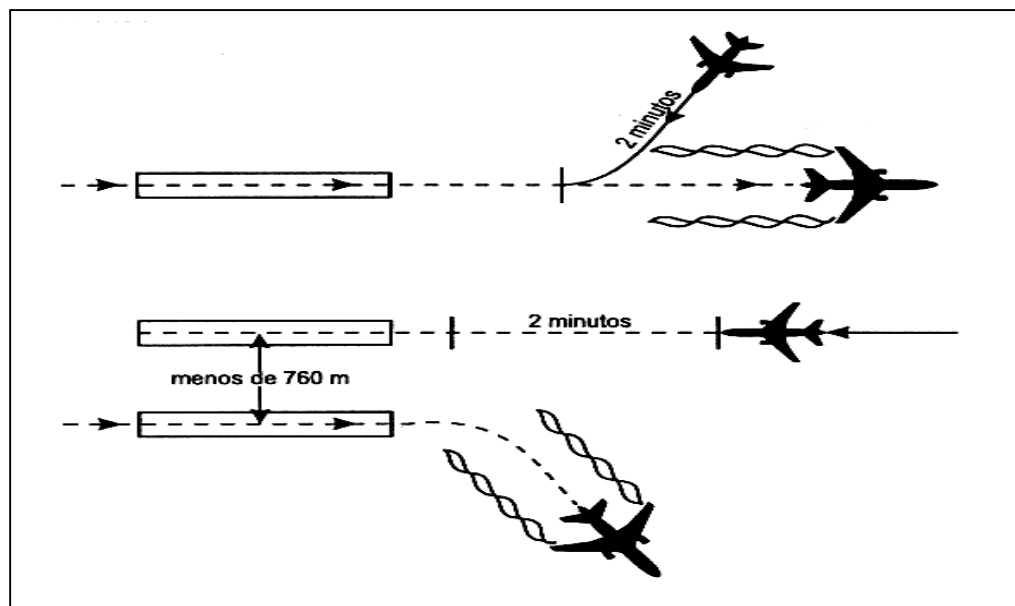


Figura 11-35

8.6 Mínimas de Separación

A las aeronaves que reciban un servicio de vigilancia ATS en las fases de aproximación y salida se aplicarán las siguientes mínimas de separación por estela turbulenta basadas en distancia:

POR CATEGORÍA DE AERONAVES			
Aeronave que precede	Aeronave que sigue	Mínimas de separación por estela turbulenta basadas en distancia	
PESADA	PESADA	7,4 KM	(4 NM)
	MEDIA	9,3 KM	(5 NM)
	LIGERA	11,1 KM	(6 NM)
MEDIA	LIGERA	9,3 KM	(5 NM)

8.6.1 Estas mínimas se aplicarán cuando:

- una aeronave vuele directamente detrás de otra a la misma altitud o a menos de 300 mts (1 000 ft) por debajo; o
- ambas aeronaves utilicen la misma pista, o pistas paralelas separadas a menos de 760 mts; o
- una aeronave cruce por detrás de otra a la misma altitud o a menos de 300 mts. (1 000 ft) por debajo.

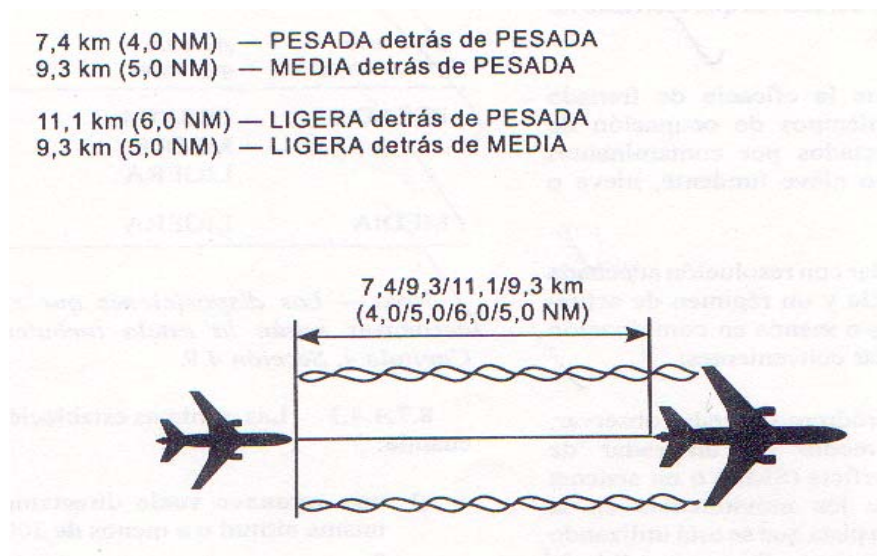


Figura 11 - 36 a

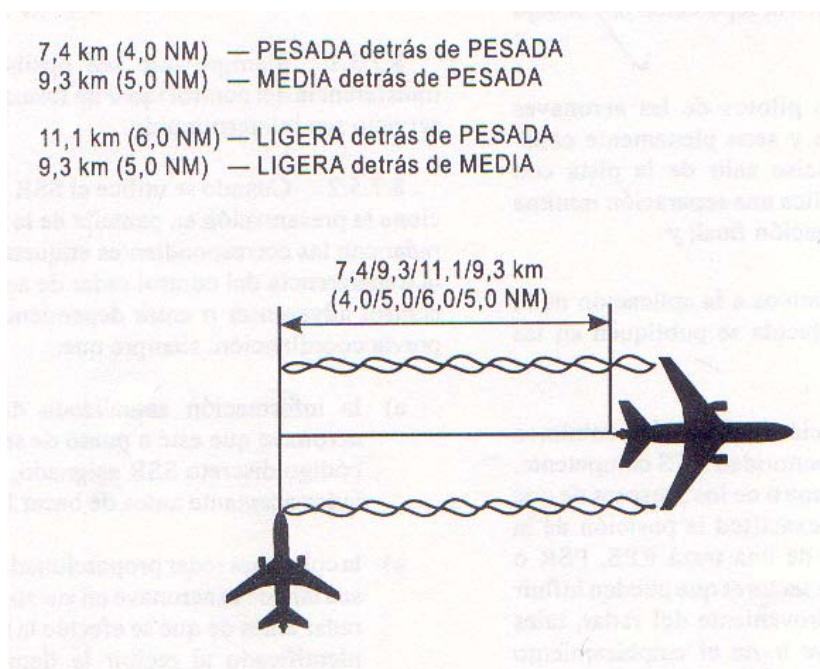


Figura 11 - 36 b

8.7 Categorías de estela turbulenta

8.7.1 Generalidades

La expresión “estela turbulenta” se utiliza en este contexto para describir el efecto de las masas de aire en rotación que se generan detrás de los extremos de las alas de las grandes aeronaves de reacción con preferencia a la expresión “vórtice de estela”, que describe la naturaleza de las masas de aire. En la Parte II, Sección V del Manual de planificación de servicios de tránsito aéreo (Doc 9426) se describen en detalle las características de los vórtices de estela y su influencia en las aeronaves.

8.7.2 Categorías de estela turbulenta de las aeronaves

8.7.2.1 Las mínimas de separación por categoría de estela turbulenta se basarán en la clasificación de tipos de aeronaves en las tres categorías siguientes, según su masa máxima certificada de despegue:

- PESADA (H) – todos los tipos de aeronaves de 136.000 kg. o más;
- MEDIA (M) – los tipos de aeronaves de masa inferior a 136.000 kg. y de más de 7.000 kg; y
- LIGERA (L) – los tipos de aeronaves de 7.000 kg. o menos

8.7.2.2 Los helicópteros deberían mantenerse bastante distanciados de las aeronaves ligeras cuando se encuentran en vuelo estacionario o en rodaje aéreo.

8.7.3 Indicación de la categoría pesada de estela turbulenta

Respecto a las aeronaves de la categoría pesada de estela turbulenta, la palabra

"pesada" se incluirá inmediatamente después del distintivo de llamada de la aeronave, para hacer el contacto inicial entre dicha aeronave las dependencias ATS.

Las categorías de estela turbulenta se indican en las instrucciones para llenar la casilla 9 del formulario de plan de vuelo.

9. AUTORIZACIONES PARA VOLAR CUIDANDO SU PROPIA SEPARACIÓN EN CONDICIONES METEOROLÓGICAS DE VUELO VISUAL.

9.1 Generalidades

9.1.1 El suministro de separación vertical u horizontal por parte de una dependencia de control de tránsito aéreo no se aplica respecto a cualquier parte especificada de un vuelo que haya sido autorizado, a reserva de que cuide su propia separación y permanezca en condiciones meteorológicas visuales. Al vuelo así autorizado le corresponde garantizar que, mientras dure la autorización, no operará tan próximo a otros vuelos que pueda crear peligro de colisión.

9.1.2 Entre los objetivos del servicio de control de tránsito aéreo prescritos en el DAR 11 no se incluye impedir colisiones con el terreno. Por consiguiente, los procedimientos prescritos en el presente documento no eximen al piloto de su responsabilidad de asegurar que cualquier autorización expedida por las dependencias de control de tránsito aéreo es segura al respecto, salvo cuando se dirige por guía vectorial un vuelo IFR.

9.2 Autorización a un vuelo controlado que opere en el espacio aéreo de Clases A, B, C, D y E en condiciones meteorológicas visuales durante las horas diurnas

Quando lo solicite el piloto y, con tal de que el piloto de la otra aeronave dé su consentimiento y el procedimiento haya sido previamente aprobado por la autoridad ATS competente, una dependencia ATC podrá dar autorización a un vuelo controlado que opere en el espacio aéreo de Clases D y E en condiciones meteorológicas visuales durante las horas diurnas, para que vuele cuidando su propia separación con respecto únicamente a otra aeronave y permaneciendo en condiciones meteorológicas de vuelo visual. Cuando así se permita a un vuelo controlado, registrará lo siguiente:

- a) la autorización será para una parte específica del vuelo a 3.050 m (10.000 ft) o por debajo durante la subida o el descenso, quedando sujeto a las demás restricciones que se prescriban a base de acuerdos regionales de navegación aérea;
- b) si existe la posibilidad de que el vuelo no pueda realizarse en condiciones meteorológicas visuales, se proporcionarán al vuelo IFR instrucciones de alternativa que habrán de cumplirse en el caso de que el vuelo en VMC no pueda mantenerse durante el plazo de validez del permiso;
- c) si el piloto de un vuelo IFR observa que las condiciones se están deteriorando y considera que el operar en VMC llegará a ser imposible, informará al ATC antes de entrar en IMC y procederá de conformidad con las instrucciones de alternativa proporcionadas.

10. INFORMACIÓN SOBRE EL TRÁNSITO ESENCIAL

10.1. Es tránsito esencial el tránsito controlado al que se aplica el suministro de separación por parte del ATC, pero que, en relación con un determinado vuelo controlado, no esté o no estará separado del resto del tránsito controlado mediante una mínima adecuada de separación.

10.1.1 De conformidad con el DAR 11, pero a reserva de ciertas excepciones que se indican en el, se requiere que el ATC proporcione separación entre vuelos IFR en el espacio aéreo de Clases A al E y, entre vuelos IFR y VFR, en el espacio aéreo de Clases B y C. No se requiere que el ATC suministre separación entre vuelos VFR salvo dentro del espacio aéreo de Clases B. Por lo tanto, los vuelos IFR o VFR pueden constituir tránsito esencial para el tránsito IFR, y los vuelos IFR pueden constituir tránsito esencial para el tránsito VFR. Sin embargo, un vuelo VFR no constituirá tránsito esencial para otros vuelos VFR salvo dentro del espacio aéreo de Clase B.

10.1.2 Se proporcionará información sobre el tránsito esencial a los vuelos controlados pertinentes cuando constituyan entre sí tránsito esencial. Esta información se referirá inevitablemente a los vuelos controlados que hayan sido autorizados a reserva de cuidar su propia separación y permanecer en condiciones meteorológicas de vuelo visual y también siempre que se haya infringido la mínima de separación deseada.

10.2 La información de tránsito esencial incluirá:

- a) dirección que haya de seguir el vuelo de las aeronaves de que se trate;
- b) tipo y categoría de estela turbulenta (de ser pertinente) de las aeronaves de que se trate;
- c) nivel de crucero de las aeronaves de que se trate y;
 - 1) hora prevista en la vertical del punto de notificación más próximo a aquél en que se cruzará el nivel; o
 - 2) marcación relativa de la aeronave en cuestión en términos de un reloj de 12 horas, así como la distancia al tránsito que está en conflicto, o
 - 3) posición actual o prevista de la aeronave en cuestión.

10.3 La categoría de estela turbulenta solamente será dada como información de tránsito esencial si la aeronave en cuestión es de una categoría más pesada de estela turbulenta que la aeronave a la que se dirige la información de tránsito.

11. REDUCCIÓN EN LAS MÍNIMAS DE SEPARACIÓN

11.1 Condiciones para la reducción de las mínimas de separación

A condición de que se haya demostrado en una evaluación adecuada de la seguridad que se mantendrá un nivel aceptable de seguridad y después de haber consultado a los usuarios, las mínimas de separación detalladas en el párrafo 4 pueden reducirse en las siguientes circunstancias:

- 11.1.1 De conformidad con lo que determine la autoridad ATS competente, según corresponda:
- a) cuando las ayudas electrónicas especiales o de otra clase permitan al piloto al mando de la aeronave determinar con exactitud la posición de la aeronave, y existan instalaciones adecuadas de comunicaciones para que esa posición se pueda transmitir sin tardanza a la apropiada dependencia del control de tránsito aéreo; o
 - b) cuando, en relación con instalaciones de comunicaciones rápidas y seguras, la dependencia apropiada del control de tránsito aéreo disponga de información acerca de la posición de la aeronave que se derive de un sistema de vigilancia ATS; o
 - c) cuando las ayudas electrónicas especiales o de otra clase permitan al controlador de tránsito aéreo predecir, rápida y exactamente, las trayectorias de vuelo de las aeronaves, y existan instalaciones adecuadas para verificar frecuentemente si la posición de las aeronaves coincide con la pronosticada; o
 - d) cuando las aeronaves con equipo RNAV vuelen dentro de la cobertura de ayudas electrónicas que proporcionen las actualizaciones necesarias para mantener la precisión de navegación.
- 11.1.2 De conformidad con acuerdos regionales de navegación aérea, a condición de que se haya demostrado en una evaluación adecuada de la seguridad que se mantendrá un nivel aceptable de seguridad y cuando:
- a) las ayudas electrónicas especiales, de navegación de área o de otra clase que permitan a los pilotos atenerse exactamente a sus planes de vuelo actualizados; y
 - b) la situación del tránsito aéreo sea tal que no sea necesario satisfacer plenamente las condiciones especificadas en el inciso 11.1.1 a), referente a comunicaciones entre los pilotos y la dependencia o dependencias ATC apropiadas, para mantener un nivel de seguridad adecuado.

12. INSTRUCCIONES PARA CONTROL DE LA VELOCIDAD HORIZONTAL

12.1 Generalidades

- 12.1.1 Para facilitar una circulación segura y ordenada del tránsito, pueden impartirse instrucciones a la aeronave, a reserva de condiciones especificadas por la autoridad ATS competente, a que ajuste su velocidad de una forma específica. Deberá proporcionarse a las tripulaciones de vuelo un aviso adecuado del control proyectado de la velocidad.
- 12.1.2 No se aplicará control de velocidad a aeronaves que entren o se hayan establecido en un circuito de espera.
- 12.1.3 Los ajustes de la velocidad deberán limitarse a los necesarios para establecer y/o mantener una separación mínima deseada o una distancia entre aeronaves. Deberá evitarse impartir instrucciones que impliquen cambios frecuentes de la velocidad, incluidos los aumentos y disminuciones alternadas de velocidad.

- 12.1.4 La tripulación de vuelo informará a la dependencia ATC interesada si en cualquier momento no tiene posibilidad de cumplir con una instrucción de velocidad. En tales casos, el controlador aplicará un método de alternativa para lograr la separación deseada entre las aeronaves de que se trate.
- 12.1.5 A los niveles de 7.600 m (FL 250) y superiores, deberán expresarse los ajustes de la velocidad en múltiplos de 0,01 Mach y a niveles por debajo de 7.600 m (FL 250) deberán expresarse los ajustes de velocidad en múltiplos de 20 km/h (10 nudos) en base a la velocidad aerodinámica indicada (IAS).
- 12.1.6 Se notificará a la aeronave el momento en el que ya no se requiere una restricción para control de velocidad.
- 12.2 Métodos de aplicación
 - 12.2.1 Para establecer una separación deseada entre dos o más aeronaves sucesivas, el controlador deberá en primer lugar, o bien reducir la velocidad de la última aeronave o bien aumentar la velocidad de la aeronave que precede, después ajustar las velocidades de las otras aeronaves en orden.
 - 12.2.2 Para mantener una separación deseada entre aeronaves aplicando las técnicas de control de la velocidad, es necesario asignar determinadas velocidades a todas las aeronaves de que se trate.
 - 12.2.2.1 La velocidad aerodinámica verdadera (TAS) de una aeronave disminuirá durante el descenso cuando se mantiene una IAS constante. Cuando dos aeronaves que descienden, mantienen la misma IAS, y la aeronave delantera está a un nivel inferior, la TAS de la aeronave delantera será inferior a la de la aeronave siguiente. Por lo tanto la distancia entre las dos aeronaves disminuirá, a no ser que se aplique una diferencia suficiente de velocidad. Para fines de calcular una diferencia deseada de velocidades entre dos aeronaves sucesivas, puede utilizarse como regla general 11 km/h (6 kts) IAS por cada 300 m (1.000 ft)) de diferencia de altura. A niveles por debajo de 2.450 m (FL 80) la diferencia entre IAS y TAS es despreciable para fines de control de la velocidad.
- 12.3 Aeronaves descendiendo y a la llegada
 - 12.3.1 Cuando sea posible, deberá darse a las aeronaves autorización para absorber un período de retraso en el TMA que se le haya notificado, volando en crucero a velocidad reducida durante la última parte del vuelo.
 - 12.3.2 Pueden darse instrucciones a una aeronave que llegue para mantener su “velocidad máxima”, “velocidad mínima limpia”, “velocidad mínima”, o una determinada velocidad.
 - 12.3.3 Las reducciones de la velocidad a menos de 460 km/h (250 nudos) IAS para aeronaves de turborreacción durante el descenso inicial solamente deberán aplicarse con la aprobación de la tripulación de vuelo.
 - 12.3.4 Deberá evitarse impartir instrucciones a una aeronave para que simultáneamente mantenga regímenes elevados de descenso y disminuya la velocidad puesto que tales maniobras son normalmente incompatibles. Cualquier reducción significativa de la velocidad durante el descenso puede requerir que la aeronave se ponga

temporalmente en vuelo horizontal para reducir la velocidad antes de continuar el descenso.

- 12.3.5 Deberá permitirse que la aeronave que llega se mantenga en una configuración limpia por un período tan prolongado como sea posible. Por debajo de 4550 m. (FL 150), pueden aplicarse reducciones de velocidad de aeronaves de turbo reacción a no menos de 410 km/h (220 nudos) IAS, que normalmente se acercará mucho a la velocidad mínima de las aeronaves de turbo reacción en una configuración limpia.
- 12.3.6 Solamente deberá utilizarse para aeronaves en la aproximación intermedia y final reducciones pequeñas de la velocidad que no excedan de más/menos 40 km/h (20 nudos) IAS.
- 12.3.7 No deberá aplicarse el control de velocidad para una aeronave después de que pase por un punto a 7 km (4 NM) del umbral en la aproximación.

13. INSTRUCCIONES PARA CONTROL DE LA VELOCIDAD VERTICAL

13.1 Generalidades

- 13.1.1 Para facilitar una circulación segura y ordenada del tránsito, pueden impartirse instrucciones a la aeronave para que ajuste el régimen de ascenso o el régimen de descenso. Puede aplicarse el control de la velocidad vertical entre dos aeronaves que asciendan o dos aeronaves que desciendan a fin de establecer o mantener una determinada mínima de separación vertical.
- 13.1.2 No se aplicará el control de la velocidad vertical entre aeronaves que entren o se hayan establecido en un circuito de espera.
- 13.1.3 Los ajustes de velocidad vertical deberán limitarse a lo necesario para establecer y/o mantener una mínima deseada de separación. Deberá evitarse impartir instrucciones que impliquen cambios frecuentes de velocidades verticales de ascenso/descenso.
- 13.1.4 La tripulación de vuelo informará a la dependencia ATC de que se trate, si en cualquier momento, no puede cumplir con una determinada velocidad vertical de ascenso o de descenso. En tales casos, el controlador aplicará sin demora un método de alternativa para lograr una separación mínima adecuada entre las aeronaves.
- 13.1.5 Se comunicará a la aeronave si ya no se requiere aplicar ninguna restricción de la velocidad vertical de ascenso o de descenso.

13.2 Métodos de aplicación

- 13.2.1 Pueden darse instrucciones a una aeronave para que acelere el ascenso o el descenso según corresponda hacia o pasando por un nivel determinado, o pueden darse instrucciones a la aeronave para que reduzca su régimen de ascenso o su régimen de descenso.
- 13.2.2 Pueden darse instrucciones a la aeronave en ascenso para que mantenga un régimen especificado de ascenso, un régimen de ascenso igual o superior a un valor especificado o un régimen de ascenso igual o inferior a un valor especificado.

- 13.2.3 Pueden darse instrucciones a la aeronave que desciende para que mantenga un régimen especificado de descenso, un régimen de descenso igual o superior a un valor especificado o un régimen de descenso igual o inferior a un valor especificado.
- 13.2.4 Al aplicar el control de velocidad vertical, el controlador deberá asegurarse de cuál o cuáles son los niveles en los que la aeronave que asciende pueda mantener un régimen determinado de ascenso o, en el caso de aeronaves que descienden, pueda mantener el régimen especificado de descenso y se asegurará que puedan aplicarse de forma oportuna de ser necesarios los métodos de alternativa para mantener la separación.

IV. ANEXOS

“A” LA TÉCNICA BASADA EN EL NUMERO MACH

“B” TEXTO DE ORIENTACIÓN RELATIVO A LA IMPLANTACIÓN DE LA SEPARACIÓN COMPUESTA LATERAL/VERTICAL

“C” PRINCIPIOS QUE REGULAN LA IDENTIFICACIÓN DE LOS TIPOS DE RNP

“D” DETERMINACIÓN DE LAS MÍNIMAS DE SEPARACIÓN

“E” CARACTERÍSTICAS DE LOS VÓRTICES DE ESTELA TURBULENTA Y SU INFLUENCIA EN LAS AERONAVES

PROCEDIMIENTOS DE LOS SERVICIOS DE TRÁNSITO AÉREO**MÉTODOS Y MÍNIMAS DE SEPARACIÓN****ANEXO "A"****LA TÉCNICA BASADA EN EL NÚMERO MACH****1. INTRODUCCIÓN**

La expresión "técnica basada en el número de Mach" se utiliza para describir un método que permite autorizar que las aeronaves turborreactores, que vuelen por la misma ruta, mantengan determinada velocidad Mach con objeto de que guarden la separación longitudinal apropiada entre aeronaves sucesivas que vuelen al mismo nivel, que asciendan o que desciendan.

2. FINALIDAD

2.1 La finalidad principal de utilizar la técnica basada en el número de Mach es:

- a) conseguir continuamente la separación longitudinal entre aeronaves sucesivas, a lo largo de segmentos de ruta, con la intervención mínima del control de tránsito aéreo (ATC);
- b) utilizar mejor esas rutas, contribuyendo así al aspecto económico de las actividades de vuelo afectadas.

2.2 Para conseguir esa finalidad, las velocidades de las aeronaves que transiten a lo largo de la misma derrota y al mismo nivel, o que asciendan o desciendan para volar al mismo nivel, quedan estabilizadas. Esto permite proyectar con bastante precisión la separación longitudinal, prevista entre aeronaves, hasta puntos mucho más allá del punto en el cual se confirme primero la separación, lo que aminora la necesidad de intervención frecuente del ATS.

2.3 La experiencia adquirida en la región del Atlántico septentrional (NAT) ha confirmado esas hipótesis. Se ha visto que las aeronaves que vuelan sucesivamente a lo largo de la misma derrota y al mismo nivel y las que ascienden o descienden para volar al mismo nivel que otra aeronave y que mantienen el mismo número de Mach también guardan entre sí un intervalo de tiempo bastante constante, al verificar su posición respectiva por los informes de posición transmitidos al pasar sobre el mismo punto. Esto se debe al hecho de que las aeronaves en cuestión normalmente se ven afectadas aproximadamente por los mismos vientos y temperaturas. Las pequeñas variaciones de velocidad, que pueden aumentar o disminuir temporalmente el espaciado entre aeronaves, tienden a neutralizarse cuando se trata de espacios de tiempo prolongados.

3. REQUISITOS PREVIOS

3.1 Sectores de aplicación

3.1.1 La aplicación de la técnica del número de Mach es especialmente apropiada en

sectores donde el ambiente es tal que la notificación de las posiciones y las intervenciones del ATC, con respecto a cada vuelo, pueden, a veces, ser objeto de demora. Además de esto, lo que sigue a continuación representa las características de la estructura de la ruta y del ambiente que hacen tan apropiada la aplicación de la técnica del número de Mach:

- a) generalmente, las aeronaves que se hallen en el sector siguen derroteros idénticas o divergentes hasta que se les prescriben otras formas de separación;
- b) las operaciones realizadas en el sector comprenden una fase considerable de vuelo bastante estable (por ejemplo, de una hora o más de duración) y las aeronaves normalmente ya han alcanzado un nivel apropiado al penetrar en el sector.

3.2 Instrumentos de a bordo

El empleo de la técnica en el número de Mach, en determinado sector, se fundamenta en el supuesto de que los instrumentos pertinentes, utilizados a bordo de las aeronaves a las que se aplica esta técnica, se han calibrado de conformidad con las prácticas aplicables de aeronavegabilidad. Así pues, tanto los Estados de matrícula como los explotadores interesados deberían adoptar las medidas necesarias para cerciorarse que este requisito previo se cumpla.

3.3 Datos de vuelo para el ATC

Las dependencias ATC que utilicen la técnica del número de Mach tienen que disponer el pronóstico más reciente de información del viento en altura, o de información sobre la posición obtenida de aeronaves precedentes. Esa información es necesaria para que el ATC pueda preparar (ya sea manualmente o por medio de computadora) franjas de marcha de vuelo que indiquen los tiempos estimados de paso por puntos importantes, incluyendo el punto de salida del sector en el que se aplique esa técnica, para poder confirmar que en dicho punto estará en vigor la separación longitudinal requerida.

3.4 Mantenimiento del número de Mach asignado

A menos que el piloto interesado indique lo contrario, el ATC tiene que suponer que el último número de Mach asignado se mantendrá tanto en vuelo de crucero como durante todo ascenso o descenso pronunciados que se hayan autorizado en el transcurso del vuelo de que se trate.

4. PROCEDIMIENTOS GENERALES

4.1 La aplicación de la técnica del número de Mach debería siempre basarse en el número de Mach verdadero.

4.2 La autorización del ATC tiene que incluir el número de Mach asignado que haya que respetar. Es pues necesario que la información sobre el número de Mach deseado la incluya el piloto en el plan de vuelo aplicable a las rutas comprendidas en el sector de que se trate.

4.3 Es necesario que el ATC calcule las horas previstas de paso de las aeronaves sobre

puntos importantes a lo largo de su derrota. Esto es necesario tanto para la provisión de separación entre aeronaves que sigan derrotas que se crucen como para la coordinación con las dependencias ATS adyacentes. Por lo tanto, para hacer esto, el ATC tiene que contar con los datos necesarios.

- 4.4 Es importante que el cálculo del punto de entrada al área, proporcionada por los pilotos, sea lo más exacto posible, ya que constituye la base de la planificación anticipada de la separación longitudinal entre aeronaves.
- 4.5 La separación longitudinal prescrita entre aeronaves sucesivas que operen al mismo nivel debe proporcionarse al sobrevolar el punto de entrada y en la derrota o derrotas de que se trate, o existir cuando el ascenso o descenso al nivel de vuelo de otra aeronave se logre al entrar en el área en cuestión.
- 4.6 Después de esto, siempre que la aeronave mantenga su número de Mach asignado, la intervención del ATC, durante la parte del vuelo en que se emplee la técnica basada en el número de Mach, normalmente sólo debería ser necesaria si una aeronave, por alguna razón, se viese obligada a cambiar de número de Mach, si hubiese tránsito en conflicto en derrotas que se crucen o si se pretende cambiar de nivel de vuelo.
- 4.7 La técnica basada en el número de Mach requiere que los pilotos se ciñan estrictamente a los procedimientos siguientes:
 - a) las aeronaves deben atenerse estrictamente al número de Mach autorizado;
 - b) si es absolutamente necesario cambiar inmediata y temporalmente de número de Mach (por ejemplo, debido a turbulencia), el cambio debería notificarse, tan pronto como sea posible, a la dependencia ATC apropiada;
 - c) cuando lo exija la dependencia ATC apropiada, el número de Mach verdadero en vigor debería incluirse en los informes ordinarios de posición.
- 4.8 Debería considerarse debidamente la posibilidad de que surjan dificultades en los puntos de entrada y salida, cuando las mínimas de separación longitudinal utilizadas en el espacio aéreo adyacentes diverjan de las utilizadas en el área en que se emplee la técnica del número de Mach.

5. PROCEDIMIENTOS ESPECÍFICOS

5.1 Introducción

Los procedimientos específicos indicados a continuación, relacionados con el empleo de la técnica del número de Mach, se basan en la experiencia adquirida en la región del Atlántico septentrional (NAT). Son especialmente útiles en áreas de gran densidad de tránsito, cuando la notificación de las posiciones y la intervención del ATC, respecto a cada vuelo, pueden, a veces, causar demoras.

5.2 Separación en el punto de entrada cuando la aeronave que siga sea más rápida

El grupo NAT/SPG elaboró un cuadro para que se utilizase en relación con la aplicación de la técnica del número de Mach en los puntos de entrada, cuando la aeronave que siga vuele a un número de Mach superior al de la aeronave precedente.

Este cuadro, reproducido en la tabla más abajo indicada, muestra, en función de las distancias que haya que volar (en aire tranquilo), la separación necesaria, expresada en minutos, en el punto de entrada.

- 5.3 Ascensos y descensos pronunciados en ruta
- 5.3.1 La técnica del número de Mach puede utilizarse como medio para aplicar la separación longitudinal entre aeronaves que realicen ascensos o descensos pronunciados y al tránsito en ruta, que siga la misma derrota, con tal que la separación longitudinal mínima prescrita, entre las aeronaves que asciendan/desciendan y el resto del tránsito en ruta afectado, se dé al mismo tiempo en que se entregue la correspondiente autorización para ascender/descender y persista durante el ascenso/descenso, así como también en cada punto importante a lo largo de la derrota y en el punto en el cual ésta se abandone.
- 5.3.2 La aplicación de este procedimiento se basa en la suposición de que el último número de Mach asignado se mantendrá durante los ascensos y descensos pronunciados, pero en el caso de que esto no sea factible, será necesario advertir al ATS al hacer la solicitud para ascender/descender.
- 5.4 Aeronaves sucesivas que vuelen a distintos números de Mach, si no hay la posibilidad de predecir la situación por computadora
- 5.4.1 Si dos aeronaves proyectan volar a lo largo de la misma derrota y al mismo nivel y la segunda aeronave vuela a un número de Mach más elevado que la precedente, el espaciado longitudinal entre aeronaves en el punto de entrada se debería aumentar a base de un intervalo de tiempo adicional. Este incremento tiene que tener en cuenta las velocidades relativas respecto al suelo y la distancia en derrota al punto común de salida, para conseguir que, al llegar a éste, se respete la separación longitudinal mínima.
- 5.4.2 El cálculo de las velocidades respecto al suelo y de los tiempos previstos de paso por los puntos importantes constituye un proceso que requiere tiempo, el cual, si el tránsito es denso, puede demorar excesivamente la entrega de las autorizaciones. Sería posible aplicar algún método empírico que permitiese que las autorizaciones se expidiesen oportunamente, con tal que la separación longitudinal mínima prevista en el punto de salida se confirmase posteriormente al consultar los datos calculados de la franja de progreso de vuelo. Este método empírico podría consistir en lo siguiente: por cada 600 NM de distancia entre los puntos de entrada y salida del área dentro de la cual se utilice la técnica del número de Mach, añádase un minuto por cada 0,01 de diferencia respecto al número de Mach, en relación con las dos aeronaves de que se trate, para compensar el hecho de que la segunda esté sobrepasando la primera.

Diferencia en derrota	Multiplicador	Minutos Recorridos respecto al número de Mach	que hay que añadir
1.800 NM	3	0.01	3
2.400 NM	4	0.01	4
3.000 NM	5	0.01	5

5.4.2.1 Ejemplos:

- a) Una aeronave que vuela a una velocidad Mach 0,82 tiene detrás otra que vuela a Mach 0,84. La separación longitudinal mínima en el punto de salida es de 15 min. El recorrido en derrota es de 1.800 NM.

Cálculo.

Añádase 3 min. x 2 (multiplicador) = 6 min.

15 min. + 6 min. = 21 min., de separación longitudinal necesaria en el punto de entrada.

- b) Una aeronave que vuela a la velocidad de Mach 0,78 tiene detrás otra que vuela a Mach 0,84. La separación longitudinal mínima en el punto de salida es de 15 min. El recorrido en derrota es de 2.400 NM.

Cálculo.

Añádase 4 min. x 6 (multiplicador) = 24 min.

15 min. + 24 min. = 39 min., de separación longitudinal necesaria en el punto de entrada.

TABLA

APLICACION DE LA TECNICA BASADA EN EL NUMERO DE MACH CUANDO LA AERONAVE QUE SIGA SEA MAS RAPIDA

DIFERENCIA EN NUMERO DE MACH	DISTANCIA DE VUELO Y SEPARACION NECESARIA (EN MINUTOS) EN EL PUNTO DE ENTRADA				
	001 - 600 NM	601 - 1.200 NM	1.201 - 1.800 NM	1.801 - 2.400 NM	2.401 - 3.000 NM
0,01	11	12	13	14	15
0,02	12	14	16	18	20
0,03	13	16	19	22	25
0,04	14	18	22	26	30
0,05	15	20	25	30	35
0,06	16	22	28	34	40
0,07	17	24	31	38	45
0,08	18	26	34	42	50
0,09	19	28	37	46	55
0,10	20	30	40	50	60

PROCEDIMIENTOS DE LOS SERVICIOS DE TRÁNSITO AÉREO**MÉTODOS Y MÍNIMAS DE SEPARACIÓN****ANEXO "B"****TEXTO DE ORIENTACIÓN RELATIVO A LA IMPLANTACIÓN DE LA SEPARACIÓN
COMPUESTA LATERAL/VERTICAL.****1. INTRODUCCIÓN**

- 1.1 La separación compuesta es uno de los diversos métodos de separación que las dependencias de control de tránsito aéreo pueden aplicar para conseguir un espaciado suficiente entre aeronaves. Consiste en una combinación de las separaciones vertical y horizontal y utiliza mínimas, respecto a cada una de ella, que pueden ser inferiores a las utilizadas para cada uno de los elementos combinados, cuando se apliquen separadamente, pero que no pueden ser inferiores a la mitad de estas últimas mínimas. Por ejemplo, para las aeronaves que sigan derrotas contiguas en el espacio aéreo oceánico, la separación lateral de 120 NM puede reducirse a 60 NM cuando se combine con la separación vertical normal de 2 000 pies, dando una separación compuesta de 60 NM (lateral) y 1 000 pies (vertical) entre derrotas contiguas (Figura 1).
- 1.2 La separación compuesta permite utilizar mejor el espacio aéreo. Se ha demostrado que la separación compuesta aumenta la seguridad previsible en las rutas en las cuales la separación lateral convencional mínima es de 90 NM, debido a la dispersión de algunos vuelos hacia otras rutas y altitudes adicionales.
- 1.3 El DAR 11 prevé dos tipos de separación compuesta: la separación compuesta lateral/vertical y la separación compuesta longitudinal/vertical. El texto de orientación que aquí se incluye sólo se refiere a la separación compuesta lateral/vertical.

2. APLICACIÓN DE LA SEPARACIÓN COMPUESTA LATERAL/VERTICAL

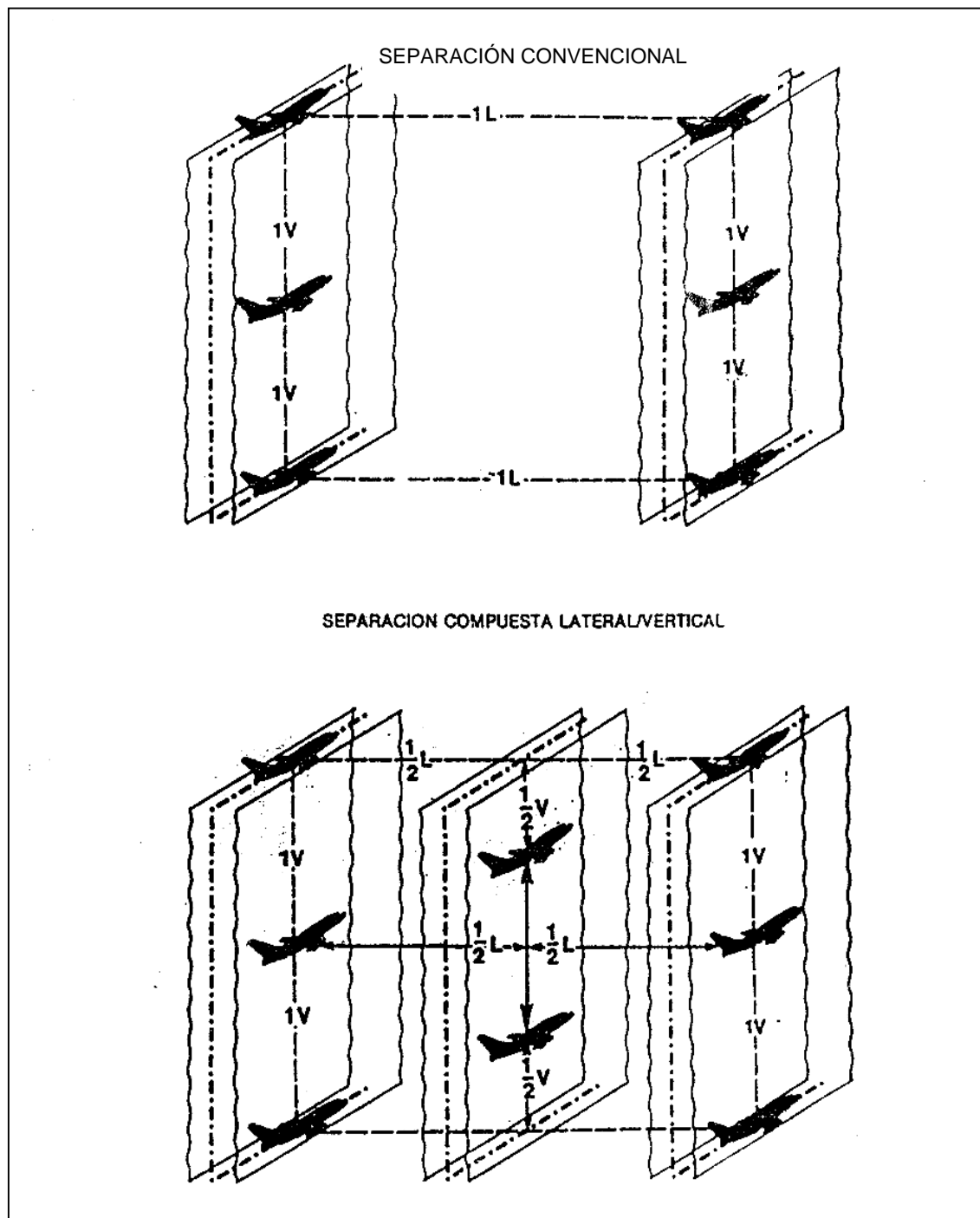
- 2.1 La separación compuesta sólo se aplica en el espacio aéreo controlado cuando la densidad del tránsito justifique la introducción de un sistema de derrotas paralelas o derrotas adicionales. Es menos restrictiva que la separación lateral basada en las especificaciones de performance mínima de navegación (MNPS). El empleo de la separación compuesta requiere mantener o mejorar - de ser posible - el nivel de seguridad logrado previamente, antes de su aplicación.
- 2.2 La aplicación de la separación compuesta puede considerarse en los casos siguientes:
- a) cuando la navegación no se realice o no pueda realizarse mediante radioayudas de corto alcance y dependa de radioayudas de largo alcance a base de una estación de referencia y/o de radioayudas autónomas;
 - b) cuando la separación entre aeronaves dependa de procedimientos de control ajenos al radar; y
 - c) cuando la frecuencia de los vuelos que corten el eje de los sistemas de derrotas asociadas no sea considerable, salvo que se puedan implantar procedimientos

apropiados para atender a esos vuelos.

- 2.3 Antes de aplicar la separación compuesta, convendría examinar detenidamente las corrientes de tránsito existentes y evaluar la dispersión del tránsito y el grado de performance de navegación de las aeronaves que utilicen el sistema. Asimismo, convendría prever el control de la performance de navegación de las aeronaves, una vez aplicada la separación compuesta, para preservar la seguridad del sistema.
- 2.4 El examen preliminar de todo sistema de rutas debería comprender la evaluación, y el correspondiente análisis, con los principales usuarios interesados, de:
- a) la naturaleza del tránsito, teniendo en cuenta la magnitud del tránsito en dirección opuesta, la ocupación de las derrota contiguas y los cambios previstos de afluencia del tránsito, incluso la posible aceptación de procedimientos para encaminar los vuelos en las rutas transversales;
 - b) las posibilidades de navegar en ruta y en la zona de los puntos de referencia de entrada;
 - c) la eficacia y finalidad de las comunicaciones,
 - e) la capacidad de los sistemas ATC que intervengan; y
 - f) el peligro de colisión, con respecto a cierto grado, predeterminado, de seguridad.
- 2.5 La separación compuesta requiere la certeza de que las aeronaves, al entrar en el sistema de rutas, vuelen al nivel apropiado y sigan la derrota pertinente. Los puntos extremos de toda estructura de rutas, en la cual se aplique la separación compuesta, necesitan cobertura radar, salvo que existan otros medios que permitan determinar con precisión las posiciones respectivas de las aeronaves. Por eso, al prever la separación compuesta sin radar para controlar la performance de navegación de las aeronaves, deberían tenerse en cuenta los siguientes factores:
- a) que haya suficientes medios de comunicación aeroterrestre;
 - b) la ubicación e idoneidad de las ayudas terrestres para la navegación, en especial el VOR/DME, para ayudar a localizar correctamente las aeronaves que entren al sistema;
 - c) la longitud de las rutas;
 - d) las condiciones meteorológicas a lo largo de las rutas; y
 - e) los tipos de aeronaves que normalmente utilicen las rutas.
- 2.6 Las propuestas de introducción de la separación compuesta están supeditadas a acuerdo regional.

3. APLICACIÓN

- 3.1 Cuando se piense aplicar la separación compuesta, habría que notificarlo, con suficiente antelación, a los Estados y explotadores, junto con las reglas normalmente aplicables y los procedimientos para casos imprevistos en vuelo.



PROCEDIMIENTOS DE LOS SERVICIOS DE TRÁNSITO AÉREO

MÉTODOS Y MÍNIMAS DE SEPARACIÓN

ANEXO "C"

PRINCIPIOS QUE REGULAN LA IDENTIFICACIÓN DE LOS TIPOS DE RNP

1. INTRODUCCIÓN

- 1.1 El presente texto de orientación se basa en estudios realizados en varios Estados. En éste también se refleja la existencia, desde hace largo tiempo, de criterios RNAV. Es preciso señalar que algunos de los valores que figuran en el texto no se han obtenido por medio del método de riesgo de colisión/nivel de seguridad perseguido. Esto se indica cuando corresponda.
- 1.2 Se solicita a los Estados a entregar información completa a la OACI con respecto a los resultados que obtengan al poner en práctica las disposiciones de este texto de orientación.

2. APLICACIONES OPERACIONALES, DE RUTAS RNAV BASADAS EN RNP 4

2.1 Generalidades

- 2.1.1 Este texto de orientación está destinado a ser utilizado en rutas RNAV que se establezcan dentro del área de cobertura de ayudas electrónicas que proporcionarán las actualizaciones requeridas y ofrecerán protección contra los errores RNAV "crasos"
- 2.1.2 Únicamente las aeronaves a las que se ha otorgado una certificación de aeronavegabilidad / aprobación operacional de conformidad con las secciones 5.4 y 5.5 del Manual sobre la performance de navegación requerida (RNP) (Doc. 9613) podrán aprovechar los servicios de tránsito aéreo en rutas RNAV definidas.
- 2.1.3 El empleo de equipo RNAV debería permitirse en la navegación por rutas ATS definidas por VOR. Asimismo, las rutas RNAV se establecerán cuando resulte práctico y lo justifique el número de aeronaves.

Las rutas RNAV podrán ser:

- a) rutas fijas;
- b) rutas contingentes; y
- c) rutas aleatorias.

- 2.1.4 La performance de navegación requerida para ese equipo RNAV se prevé un nivel de precisión de navegación a efectos de navegación en ruta, cuya performance sea igual o superior a una precisión de mantenimiento de la derrota de más/menos 11,1 km. (6 NM) durante el 99,5% del tiempo de vuelo de todas las aeronaves con equipo RNAV. Se supone que una performance de navegación de este tipo corresponde a una precisión de mantenimiento de la derrota de más/menos 7,4 km (4NM) durante el 95% del tiempo de vuelo de todas las aeronaves con equipo RNAV. Este nivel es análogo al

que consiguen ahora las aeronaves sin capacidad RNAV que efectúan vuelos en las actuales rutas definidas por VOR o VOR/DME, cuando los VOR están situados a menos de 93 km. (50 NM) de distancia entre sí.

2.2 Espacio aéreo protegido para rutas RNAV ATS basadas en RNP 4

2.2.1 El espacio aéreo protegido mínimo estipulado para las rutas ATS RNAV debería ser de 11,1 km. (6 NM) a cada lado de la derrota prevista; y cabe esperar que las aeronaves equipadas con RNAV se mantengan dentro de este espacio durante el 99,5% del tiempo de vuelo. Antes de aplicar los valores dimanantes de este concepto debería tenerse en cuenta toda experiencia práctica adquirida en el espacio aéreo en cuestión, al igual que la posibilidad de que se logre mejorar la performance de navegación general de las aeronaves. Por ello, cuando las desviaciones laterales se controlan con ayuda de la vigilancia radar, la extensión del espacio aéreo protegido necesario puede reducirse según se indica a continuación:

	Porcentaje de contención					
Porcentaje	95,0	96,0	97,0	98,0	99,0	99,5
Kilómetro	+ 7,4	+ 7,4	+ 8,3	+ 9,3	+ 10,2	+ 11,1
Millas Náuticas	+ 4,0	+ 4,0	+ 4,5	+ 5,0	+ 5,5	+ 6,0

2.2.2 Los estudios realizados sobre la vigilancia radar indican que cualquier reducción posible del espacio aéreo protegido está estrechamente relacionada con las características del tránsito, la información de que dispone el controlador y el volumen de trabajo en el sector. Por último, vale la pena considerar que según los análisis sobre la precisión RNAV efectuados por algunos Estados de Europa en relación con las mediciones de la contención o retención, los vuelos dotados de capacidad RNAV se mantienen dentro de 5 NM de distancia con respecto al eje de la ruta durante el 99,5% del tiempo. Si el servicio ATS competente considera que se requiere más protección, p. ej., debido a la proximidad de zonas prohibidas, restringidas o peligrosas, trayectorias de ascenso y descenso de aeronaves militares, etc., dicho servicio podrá decidir que se proporcionen áreas de protección adicionales.

2.2.3 Si hay una diferencia angular de más de 25° entre los tramos de ruta, debería proporcionarse espacio aéreo protegido adicional, tal como se indica en el Anexo 11 adjunto A, 3.5 a 3.12 y en la Sección 7.

2.3 Separación entre rutas RNAV paralelas basadas en RNP 4

2.3.1 Cuando se utilice el espacio aéreo protegido descrito en 2.2, convendría que los ejes de ruta se separen de modo que los espacios aéreos protegidos que comprendan los valores de retención de 99,5 % no se superpongan. Cuando se implante un espacio aéreo que comprenda valores de retención inferiores al 99,5 %, se requiere supervisión con un sistema de vigilancia ATS.

3. SEPARACIÓN ENTRE PISTAS PARALELAS O ENTRE EJES DE RUTA PARALELAS RNAV BASADAS EN LOS TIPOS DE RNP

- 3.1 Cabe hacer notar que, cuando se indique, las separaciones descritas a continuación se basan en evaluaciones de seguridad realizadas específicamente para una determinada red de derrotas o rutas. De ahí que las evaluaciones analicen características del tránsito que podrían ser exclusivas de la red que se examina. Por ejemplo, algunas de estas características son la densidad del tránsito, la frecuencia de las aeronaves que pasan con separación mínima, las instalaciones de comunicaciones y vigilancia, etc. En el Manual sobre metodología de planificación del espacio aéreo para determinar las mínimas de separación (Doc. 9689) se incluye información adicional sobre la ejecución de evaluaciones de seguridad.
- 3.2 Cuando se determine la separación entre derrotas o rutas paralelas o rutas ADS paralelas (mencionadas a continuación como un "sistema"), la evaluación de seguridad, comprendiendo un examen de cuestiones tales como las que se enumeran en 3.1, debe realizarse tomando como referencia un nivel mínimo de seguridad aceptable.
- 3.2.1 Cuando se estime que los accidentes mortales por hora de vuelo constituyen una medida idónea, se aplicará un nivel de seguridad de referencia (TLS) de 5×10^{-9} accidentes mortales por hora de vuelo por dimensión para determinar si se pueden aceptar sistemas en ruta futuros que se pondrán en práctica después del año 2000. Hasta esa fecha, conviene que se aplique para este fin un TLS de 2×10^{-8} accidentes mortales por hora de vuelo por dimensión.
- 3.2.2 Sin embargo, cuando se estime que los accidentes mortales por hora de vuelo no constituyen una medida idónea, los Estados podrán establecer medidas y métodos de evaluación alternativos justificables que ofrezcan un nivel de seguridad aceptable y, si corresponde, ponerlos en práctica por medio de un acuerdo regional.
- 3.3 Si, en ese momento, se establece un sistema o, después de una evaluación subsiguiente de la seguridad del sistema, se determina que el sistema no ofrece el nivel de seguridad apropiado para el método de evaluación que se utiliza, debe examinarse la posibilidad de realizar una reevaluación. Esta evaluación debería llevarse a cabo de conformidad con el Documento 9689 para determinar si se puede alcanzar un nivel de seguridad equivalente o superior al nivel mínimo aceptable.
- 3.4 A continuación, se indican las separaciones apropiadas para los sistemas basados en tipos de RNP. Cuando estas separaciones estén basadas en las características de un área o región específica (sistema de referencia), resultará necesario que otros Estados o regiones evalúen sus propios sistemas, comparándolos con el sistema de referencia.
- 3.4.1 Para entornos regidos por Procedimientos:
- a) RNP 20
- Separación: 100 NM
- Base: Uso existente, basado en una experiencia operacional prolongada; y requisitos mínimos ATS:
- NAV: Todas las aeronaves requieren una aprobación RNP de tipo 20 apropiada para las rutas/derrotas en las que se volará

COM: Comunicaciones orales por medio de una tercera parte
 SUR: Informes de posición reglamentarios del piloto

b) RNP 12.6

Separación: 60 NM

Base: Modelo de riesgo de colisión realizado para la estructura organizada de derrotas NAT (Informe de la Reunión regional limitada de navegación aérea Atlántico septentrional (1976) (véase el Doc.9182); y requisitos mínimos ATS:

NAV: Todas las aeronaves requieren una aprobación RNP de tipo 12.6 apropiada para las rutas/derrotas en las que se volará

COM: Comunicaciones orales por medio de una tercera parte

SUR: Informes de posición reglamentarios del piloto

Otros: La seguridad del sistema debe evaluarse periódicamente.

c) RNP 10

Separación: 50 NM

Base: Modelo de riesgo de colisión realizado por la Administración Federal de los Estados Unidos para la región Pacífico, basándose en las características del tránsito en el Pacífico norte; y requisitos mínimos ATS:

NAV: Todas las aeronaves requieren una aprobación RNP de tipo 10 apropiada para las rutas/derrotas en las que se volará

COM: Comunicaciones orales por medio de una tercera parte

SUR: Informes de posición reglamentarios del piloto

Otros: La seguridad del sistema debe evaluarse periódicamente.

d) RNP 5

Separación: 16,5 NM en un sistema unidireccional;
 18,0 NM en un sistema bidireccional;

Base: Comparación con un sistema de referencia - separación VOR; y Requisitos mínimos ATS:

NAV: Todas las aeronaves requieren una aprobación RNP de tipo 5 apropiada para las rutas/derrotas en las se volará, y debe proporcionarse la infraestructura de ayudas para la navegación aérea (NAVAID) que sea suficiente para apoyar las operaciones RNP 5

COM: Comunicaciones orales directas VHF o UHF entre el controlador y el piloto

SUR: Informes de posición reglamentarios del piloto.

e) RNP 4

Separación: 16,5 NM en un sistema unidireccional;
 18,0 NM en un sistema bidireccional;

Base: Comparación con un sistema de referencia-separación VOR; y requisitos mínimos ATS:

NAV: Todas las aeronaves requieren una aprobación RNP de tipo 5 apropiada para las rutas/derrotas en las que se volará, y debe proporcionarse la infraestructura NAVAID que sea suficiente para apoyar las operaciones RNP5

COM: Comunicaciones orales directas VHF o UHF entre el controlador y el piloto

SUR: Informes de posición reglamentarios del piloto

3.4.2. Para entornos Radar:

a) RNP 4

Separación: 8 a 12 NM;

Base: Comparación con un sistema de referencia; las áreas de retención, determinadas con 2.2.1, no se superponen; y requisitos mínimos ATS:

NAV: Todas las aeronaves requieren al menos una aprobación RNP de tipo 4 apropiada para las rutas/derrotas en las que se volará, y debe proporcionarse la infraestructura NAVAID suficiente para apoyar operaciones RNP 4

COM: Comunicaciones orales directas VHF o UHF entre el controlador y el piloto

SUR: Radar que cumpla con las normas existentes

Otros: Debe evaluarse la seguridad del sistema, incluyendo el volumen de trabajo del controlador.

b) RNP 5

Separación: 10 á 15 NM;

Base: Comparación con un sistema de referencia; las áreas de retención, adaptadas de las disposiciones de 2.2.1 para reflejar RNP 5, no se superponen; y Requisitos mínimos ATS:

NAV: Todas las aeronaves requieren al menos RNP de tipo 5 apropiada para las rutas/derrotas en las que se volará, y debe proporcionarse la infraestructura NAVAID suficiente para apoyar operaciones RNP 5

COM: Comunicaciones orales directas VHF o UHF entre el controlador y el piloto

SUR: Radar que cumpla con las normas existentes

Otros: Debe evaluarse la seguridad del sistema, incluyendo el volumen de trabajo del controlador.

PROCEDIMIENTOS DE LOS SERVICIOS DE TRÁNSITO AÉREO**MÉTODOS Y MÍNIMAS DE SEPARACIÓN****ANEXO "D"****DETERMINACIÓN DE LAS MÍNIMAS DE SEPARACIÓN****I. PROPÓSITO**

- A.- Establecer los procedimientos generales que permiten determinar las mínimas de separación aplicables por los servicios de control de tránsito aéreo.
- B.- Describir los factores que se deben considerar en el establecimiento y determinación de las mínimas de separación.
- C.- Dar a conocer los diferentes parámetros que se deben evaluar ante la necesidad de reducir las distancias mínimas de separación y consideraciones generales relativas a su aplicación.

II. ANTECEDENTES

- a) Gestión del Tránsito Aéreo (Documento OACI 4444- ATM 501).
- b) Manual de Planificación de los Servicios de Tránsito Aéreo (Documento OACI 9426 - AN/924).

III. MATERIA**1. INTRODUCCIÓN**

- 1.1 Separación es una palabra genérica utilizada para describir la actuación del ATC para que las aeronaves, que vuelen dentro de un mismo sector, mantengan entre sí distancias que permitan reducir el riesgo de colisión mutua. Debido a la modalidad de locomoción propia de la aviación, la separación se puede hacer en dos planos, horizontal y vertical.

La separación en el plano horizontal puede lograrse mediante los dos métodos que a continuación se indican:

- a) Longitudinal, que consiste en espaciar las aeronaves, una detrás de la otra, a una distancia determinada, normalmente expresada en tiempo de vuelo; y
- b) Lateral, que consiste en espaciar de lado las aeronaves, también a base de determinada distancia entre ambas.

- 1.2 La separación entre aeronaves se expresa generalmente como mínima, es decir, ciertas distancias que hay que respetar. Las mínimas se especifican además en valores concretos de distancia: horizontalmente, en millas náuticas (NM) o en grados de desplazamiento angular; verticalmente, en metros o en pies, o expresadas en

tiempo entre el momento en que la aeronave precedente pase por la vertical de un punto dado y el momento en el cual se permite que la aeronave que la siga pase sobre ese mismo punto.

- 1.2.1 En algunas circunstancias, en determinados espacios aéreos y previo acuerdo regional, entre aeronaves puede aplicarse la separación compuesta, es decir un elemento de separación horizontal combinado con un elemento de separación vertical (Véase el apéndice "B").
- 1.3 La aplicación de la separación entre aeronaves, basada exclusivamente en la posición de información recibida de los pilotos por las comunicaciones aeroterrestres, se denomina en general separación no radar. El control basado en los datos de posición que aparecen en la pantalla del radar, cuando la aplicación de la separación horizontal se consigue manteniendo cierta distancia horizontal entre respuestas radar en una presentación que represente la situación horizontal de la aeronave en el espacio, se llama control radar. La separación vertical también puede aplicarse entre respuestas radar y eso puede complementarse en sectores donde haya radar secundario de vigilancia (SSR) en Modo C.
- 1.4 Hay una diferencia considerable entre las mínimas de separación utilizadas cuando se aplican métodos de separación no radar y las utilizadas para el control radar. Las mínimas de separación utilizadas para la separación no radar tienen en cuenta que el control se basa en el método de "instantánea", es decir, en determinadas localidades y/o tiempos, el ATC puede observar la situación del tránsito haciendo una "instantánea" de la situación y asegurar que todas las aeronaves bajo control estén debidamente separadas unas de otras y que la estimación del piloto, en cuanto al progreso del vuelo por él realizado, dé a entender que la situación seguirá igual hasta que el ATC esté en condiciones de examinar de nuevo la situación del tránsito. Las mínimas de separación utilizadas en este caso tienen que garantizar que, aún en el peor de los casos, es decir, entre instantáneas sucesivas, las mínimas requeridas podrán mantenerse o restablecerse en el caso de que se hayan burlado. No obstante, hay que comprender que el empleo del método de separación no radar no exonera al controlador de la obligación que tiene de observar continuamente la situación del tránsito.
- 1.5 Cuando se trata del control radar, el ATC cuenta con datos continuamente actualizados sobre la posición de la aeronave, lo que le permite recurrir a mínimas de separación considerablemente menores. Sin embargo, las mínimas utilizadas en esas condiciones también tienen que tener en cuenta el hecho de que, únicamente con el radar, no es posible saber gran cosa sobre las intenciones futuras del piloto ni del tiempo de reacción necesario para iniciar las medidas correctivas que, en caso de conflicto tendrá que ejecutar. A este respecto, al determinar con el radar las mínimas de separación apropiadas, es necesario tener debidamente en cuenta las posibles demoras de las comunicaciones, la reacción del piloto y el tiempo de respuesta de la aeronave, que depende de su velocidad y tamaño.
- 1.6 Conviene observar que, en los aeródromos controlados y cuando las condiciones meteorológicas permitan el vuelo visual, los controladores de torres determinan la separación entre aeronaves a base de la propia observación visual del tránsito aéreo. Esta modalidad de separación visual tiene mucho en común con el control radar y además incorpora ciertos elementos de la separación no radar, especialmente en relación con las fases de vuelo cuando el controlador no puede seguir continuamente

la observación visual del tránsito.

- 1.7 En todo caso, la determinación de las mínimas de separación prescritas constituye un proceso complejo que requiere tener en cuenta numerosos factores, muchos de los cuales no son de la competencia del ATC. Frecuentemente, se deja a discreción de cada controlador la determinación, a base de su buen criterio, de que la separación es adecuada en determinadas situaciones. No obstante, cuando la autoridad aeronáutica competente haya establecido las mínimas de separación, incumbe al ATC conseguir que se respeten las mínimas establecidas.
- 1.8 Debido a las muchas variables que intervienen en la determinación de las mínimas de separación, cabría imaginar que cada Estado y en algunos casos cada dependencia ATC, aplicase sus propias mínimas de separación, en relación con su situación particular. Sin embargo, esto no sólo obstaculizaría todo intento de organizar la afluencia ordenada del tránsito aéreo entre dependencias ATC adyacentes, sino que también crearía confusión considerable entre pilotos expuestos a diversidad de normas de aplicación. Por esta razón desde los albores de la OACI, se convino en que las mínimas de separación tendrían que establecerse en el plano internacional y que sólo podrían modificarse por acuerdo internacional.
- 1.9 En años recientes, los trabajos sobre las mínimas de separación entre aeronaves, ha sido, en su mayor parte, basado en el estudio matemático-estadístico de los datos reunidos en relación con la performance de las aeronaves. Esta postura sirvió para concebir modelos a partir de los cuales se podría deducir información válida relacionada con la seguridad probable de las medidas propuestas. Mientras esa labor ha sido sumamente útil como medio complementario para llegar a conclusiones válidas, no constituye un sustituto del juicio operacional sensato. Por eso se cree necesario plantear con precaución el aspecto de los modelos matemáticos y tener garantías de que, en cada caso aislado, la reunión de datos y su estudio sucesivo proporcionen con toda probabilidad resultados útiles y que no se limiten únicamente a confirmar lo que se considera obvio.

2. SEPARACIÓN HORIZONTAL

- 2.1 Consideraciones de carácter general
 - 2.1.1 Antes de examinar los factores que haya que considerar para formular los criterios que permitan determinar las mínimas de separación entre aeronaves, es necesario mencionar ciertos supuestos básicos en materia de control de tránsito aéreo, que ejercen una influencia importante en la cuestión.
 - 2.1.2 El control de tránsito aéreo parte de la premisa de que la navegación de toda aeronave se decide en la propia aeronave. Por lo general, el control de tránsito aéreo no asume la responsabilidad de la navegación, excepto en ciertos casos prescritos en los que el controlador de tránsito aéreo está en mejor situación para conocer los datos relacionados con la posición de la aeronave que sus propios tripulantes. A medida que el control de tránsito aéreo ha venido utilizando más y más el radar terrestre, se ha notado una tendencia al efecto de que los controladores se responsabilicen de algunos aspectos de la navegación. En esos casos, las instrucciones de navegación (vectores) necesarias para mantener la debida trayectoria de vuelo las determina e imparte el personal de ATC.

- 2.1.3 La determinación de las mínimas de separación longitudinal se basa en la calidad de la información de que dispone el ATC. La determinación de la separación lateral debería basarse primordialmente en la precisión con que los pilotos puedan seguir determinada derrota. En muchos casos, las mínimas de separación lateral se fijan en función de la anchura del espacio aéreo que haya que proteger a lo largo de determinada ruta o aerovía. Dichas mínimas tienen que comunicarse al personal ATC interesado.
- 2.1.4 El tiempo invertido en adoptar decisiones, en la coordinación y en la transmisión puede influir en la aplicación de las mínimas de separación longitudinal "en tiempo", especialmente cuando no hay comunicaciones directas entre el piloto y el controlador. Sin embargo, si bien esos factores, junto con la antelación necesaria para cursar las instrucciones de control a fin de asegurar el mantenimiento de la mínima en efecto, tienen su influencia en el proceso de determinación, no son los factores primarios en los que se fundamentan los criterios de separación. Además los controladores de tránsito aéreo trabajan siempre a base de posiciones relativas, futuras y estimadas, entre aeronaves y para adoptar medidas de control no debieran esperar a que se produzcan condiciones mínimas de separación entre aeronaves.
- 2.2 Establecimiento de las mínimas
- 2.2.1 Separación longitudinal: Hay dos métodos distintos para mantener entre aeronaves la separación en sentido longitudinal: la separación en tiempo y la separación en distancia. Ambos métodos exigen que la calidad de los datos proporcionados por el ambiente de vuelo se analicen en la pantalla o en el tablero del controlador.
- 2.2.1.1 Separación en tiempo: El método utilizado cuando se recurre a la separación en tiempo puede describirse como la expansión de un proceso de muestreo del espacio aéreo, en el que se utilizan ciertos puntos de la superficie terrestre como puntos de muestreo (es decir, el empleo del método de la instantánea). Estimando el tiempo de paso de cada aeronave por la vertical, o cerca de ella, de varios puntos seleccionados de antemano, se obtiene una presentación que indica las posiciones relativas futuras, en el tiempo, de todas las aeronaves. Esta relación de tiempo futuro, no es más que un valor estimado. Las estimaciones se revisan según sea necesario de acuerdo con los datos de que disponga el controlador, deducidos principalmente a base del historial de cada aeronave. El examen de la presentación proporciona información (en relación con la hora en los puntos de muestreo seleccionados) sobre:
- a) la utilización del espacio aéreo en el pasado inmediato;
 - b) la situación actual de espacio aéreo; y
 - c) la utilización futura anticipada del espacio aéreo.

Así pues, verificando la marcha de las aeronaves en relación con otras aeronaves, los controladores determinan las relaciones de tiempo, anticipadas o estimadas, entre aeronaves. La marcha de la aeronave no se contrasta únicamente en relación con el tiempo evaluado por el piloto respecto a determinados puntos, tal cual aparece indicado en el plan de vuelo presentado, ni tampoco con la evaluación hecha en vuelo por el piloto respecto a su próxima posición, sino también con las posibilidades que tenga el tipo de aeronave de que se trate, de ajustarse a los tiempos previstos.

- 2.2.1.2 Además de los factores ya indicados en el párrafo 2.1.4, hay otros factores que rigen la determinación de las mínimas de separación longitudinal en tiempo, a saber:
- a) la precisión con que se pueda determinar la posición al pasar por los puntos de notificación;
 - b) la frecuencia de las notificaciones;
 - c) las inexactitudes del reloj; y
 - d) la zona marginal de seguridad.
- 2.2.1.3 Separación en distancia: En espacios aéreos en los que el controlador disponga de datos de posición actualizados con frecuencia y de gran calidad, la separación longitudinal puede expresarse en función de la distancia en vez de hacerlo a base de intervalos especificados del tiempo previsto de paso por la vertical del mismo punto. La pantalla del controlador sirve para analizar la información captada. En este caso, los factores pertinentes son: la precisión relativa de los datos de posición, el tiempo de vida transcurrido o la actualidad de los datos presentados, el tiempo transcurrido entre la actualización de la presentación en la pantalla y una zona marginal de seguridad. Evidentemente, cuando se utiliza la separación en distancia, la presentación tiene que indicar las relaciones de distancia.
- 2.2.1.4 Separación lateral: La determinación de las mínimas de separación horizontal basada en las mínimas de separación lateral, debería basarse en la precisión normalmente conseguida en las operaciones de rutina con cualquiera que sea el sistema de navegación prescrito, más una tolerancia razonable de pilotaje, más una zona marginal de seguridad. La precisión total puede descomponerse entre la lograda por el equipo en tierra, la lograda por el equipo de a bordo y la propia de los instrumentos, según sea el caso.
- 2.3 Factores que hay que considerar al determinar las mínimas de separación
- 2.3.1 Con la separación regida por procedimientos, basada en las mínimas de separación horizontal, se debería tratar de conseguir la afluencia más expedita del tránsito, compatible con la seguridad. Al hacer la determinación hay que tener en cuenta muchos factores. Los factores básicos que hay que considerar son:
- 2.3.1.1 Factores de posición: Estos factores se refieren a la precisión de la indicación de la posición y a la precisión con que es posible seguir la marcha del vuelo a saber:
- a) Error del equipo o precisión del sistema de navegación utilizado:
 - 1) Error del equipo terrestre;
 - 2) Error del equipo a bordo;
 - 3) Error instrumental o de presentación

Si bien quizá sería posible hacer un cuadro indicador de los errores del equipo inherentes a cada uno de los métodos de determinación de posición utilizados en la actualidad, la finalidad perseguida es determinar la precisión máxima de la posición.

En algunos casos, el error combinado puede evaluarse más fácilmente que el correspondiente a cada una de sus partes componentes, por ejemplo, haciendo una serie de ensayos o experimentos. Puede ser igualmente necesario considerar la determinación de la posición mediante combinaciones de dos o más líneas de posición conseguidas con ayudas distintas.

- b) El error de estimación, ocurre cuando no se utiliza o no se facilita indicación continua de la posición, por lo que la navegación se hace a estima entre dos puntos de referencia. Esto puede afectar a cada una de las dimensiones horizontales o a ambas. La estimación del ATC, en cuanto influye en las mínimas de separación, es sólo pertinente a la separación longitudinal. La separación lateral se basa en las posibilidades que tenga la aeronave de mantener la derrota prevista y tiene que determinarse de acuerdo con el sistema de navegación utilizado, aun cuando se base simplemente en la navegación a estima. Cuando el sistema de navegación facilite al piloto orientación continua de derrota, es posible que las desviaciones laterales sean despreciables. De todos modos, hay que tener en cuenta la posibilidad que tenga el ATC de estimar la posición futura y las relaciones de tiempo.

Las "tolerancias" operacionales, que abarcan las discrepancias en relación con el plan de vuelo vigente que puedan permitirse sin que sea necesario notificar al ATC o sin que el piloto tome medidas rectificativas, a fin de evitar que éste tenga que intervenir y/o efectuar comunicaciones aeroterrestres que no brindan casi ventaja alguna a los pilotos ni al ATC. Estas tolerancias se pueden determinar respecto a ambas dimensiones horizontales. El hecho de que los pilotos tengan que notificar al ATC únicamente cuando vean que la estimación de la próxima posición encierre un error de tres minutos o más, da a entender que, en general, no se consigue ninguna finalidad práctica haciendo que los pilotos tengan que notificar desviaciones de escasa importancia. Sin embargo, como este valor puede variar en determinados ambientes, puede modificarse por valores más pequeños o más grandes mediante acuerdo regional o por decisión de la autoridad ATS competente. El hecho de que una aeronave que se aparte de la derrota tenga que ajustar su rumbo para recuperarla tan pronto como sea posible una vez descubierta la discrepancia, subraya la importancia de este aspecto de la dimensión lateral.

2.3.1.2 Factores de control: Estos factores están relacionados con la eficiencia general del sistema ATC, y comprenden:

- a) Las demoras en las comunicaciones, que abarcan el período comprendido entre el momento en que tiene lugar un hecho (en el caso de una aeronave que pase por la vertical de determinada posición o, en el caso del ATC, la expedición de una nueva autorización) y el momento en que se notifica a la persona que tiene que recibir la información. Estas demoras, expresadas en función del tiempo, pueden ocurrir por las razones siguientes:
 - 1) debido a la congestión frecuente de las transmisiones de los pilotos o de los controladores, a causa del volumen de tránsito que haya que atender;
 - 2) en el caso de los pilotos, en razón de otras funciones de mayor importancia tales como las realizadas en el puesto de mando, incluyendo el cálculo de la próxima estimación que haya que hacer;

- 3) en el caso de los controladores, en razón de otras tareas de mayor importancia o del tiempo necesario para percatarse de que es necesario tomar alguna medida, formular, coordinar y comunicar la medida adoptada;
 - 4) debido al tiempo necesario para transferir los datos de un controlador a otro ya sea de palabra, por retransmisión, o utilizando máquinas (por ejemplo, computadoras o teleimpresores).
- b) Errores de cronometraje, que puedan ocurrir, inherentes al mantenimiento de los horarios por parte del ATC y de los pilotos, y al registro de las horas. Un minuto de diferencia entre la posición real y la notificada o la posición prevista podría acentuarse al considerar la posición relativa entre dos aeronaves o respecto a otras aeronaves. Este aspecto sólo será aplicable cuando la separación longitudinal se base en intervalos de tiempo o cuando se utilice la técnica del número de Mach.

2.3.1.3 Factores humanos, tanto en lo concerniente a los pilotos como a los controladores, tiene que considerarse y, generalmente, incluyen los aspectos siguientes:

- a) el grado respectivo de experiencia en el ambiente en que se realice el vuelo;
- b) la actitud mental del personal interesado;
- c) el tiempo de reacción, especialmente cuando se trata de sucesos imprevistos.

2.3.1.4 Zona marginal de seguridad: Distancia mínima de ciertas dimensiones, para tener en cuenta lo siguiente:

- a) las variaciones de la trayectoria de vuelo de la aeronave debido al desplazamiento de masas de aire, etc.;
- b) las dimensiones de la aeronave;
- c) cierta distancia precautoria adicional.

2.3.1.5 Además de los factores enumerados en 2.3.1.1 a 2.3.1.4, hay otros que también tiene que tenerse en cuenta al determinar las mínimas de separación longitudinal en relación con las aproximaciones cronometradas, a saber:

- a) el tiempo previsto que toda aeronave que aterrice ocupará la pista. Pueden influir en él:
 - 1) la visibilidad reinante al momento de aterrizar;
 - 2) la iluminación de la pista y la configuración, distribución e iluminación de salidas de la pista;
 - 3) los contaminantes depositados en la superficie de la pista (por ejemplo, nieve, nieve fundente, hielo, agua);
- b) condiciones meteorológicas desfavorables. Si las condiciones meteorológicas son tales que el piloto podría experimentar dificultades para completar el aterrizaje, tal

vez sea necesario aumentar la separación longitudinal para que la primera aeronave pueda aterrizar antes de que la segunda inicie el descenso al efectuar la aproximación final.

- c) tipo de aeronave en la secuencia de aproximación y diferencias de velocidad;
- d) separación adicional para tener en cuenta la estela turbulenta;
- e) efecto de los despegues realizados en la pista que se haya de utilizar para hacer las aproximaciones cronometradas;
- f) efecto de posibles desviaciones respecto a la trayectoria de aproximación especificada, cuando la aproximación cronometrada se inicia desde un punto que no esté alineado con la pista;
- g) efectos de una aproximación frustrada;
- h) otros factores pertinentes.

3. SEPARACIÓN VERTICAL

3.1 Actualmente, la separación vertical se logra a base de las mínimas siguientes:

- a) 300 m (1 000 pies) hasta el nivel de vuelo (FL) 290, incluyendo a éste;
- b) 300 m (1 000 pies) entre el nivel de vuelo (FL) 290 y el nivel de vuelo (FL) 410 inclusive; y
- c) 600 m (2 000 pies) por encima del FL 290.

3.2 La experiencia ha demostrado que, en condiciones normales, esos valores son adecuados para la seguridad. Pero, también se indica que en casos excepcionales de turbulencia intensa y sobre terreno montañoso, cuando cabe esperar que las aeronaves estén expuestas a desplazamientos verticales instantáneos e imprevisibles, convendría utilizar valores más elevados.

3.3 Sin embargo, especialmente cuando se trata de volar grandes distancias sobre superficies de agua, las condiciones meteorológicas favorables generalmente reinan en sólo una banda de altura comparativamente pequeña, de aproximadamente 1 200 m (4 000 pies) a 1 800 m (6 000 pies) de profundidad. Dado que hoy el ahorro de combustible desempeña un papel muy importante en la aviación, se han iniciado estudios para explorar la posibilidad de reducir las mínimas de separación vertical por encima del FL 290, para poder conseguir más niveles en las bandas de altura técnicamente más deseables especialmente cuando la densidad del tránsito imposibilita, a veces, que todas las aeronaves utilicen los niveles favorables.

3.4 De todos modos, esos estudios han demostrado que es necesario contar con más datos en relación con algunos de los factores que ejercen influencia decisiva al tratar de reducir la separación vertical, antes de que sea posible decidir firmemente que la reducción de la separación vertical puede lograrse con seguridad.

4. REDUCCIÓN DE LAS DISTANCIAS MÍNIMAS DE SEPARACIÓN

- 4.1 Toda propuesta al efecto de reducir las mínimas de separación horizontal, previstas en el DAP 11 - 11, párrafo 4, debería evaluarse con referencia particular a los puntos que se exponen a continuación:
- 4.1.1 La exactitud de navegación: Esta es una función de la(s) ayuda(s) que se utilice(n) y tiene en cuenta las características, tanto de los componentes de a bordo como de tierra y la exactitud con que el piloto se sirve de la guía para navegar. Junto con la exactitud del mantenimiento de altura, esta exactitud de navegación en el plano horizontal constituye un "volumen de incertidumbre" que disminuye considerablemente a medida que disminuye el error de navegación. Por lo tanto, todo incremento de la exactitud de navegación puede contribuir considerablemente a la reducción de las mínimas de separación.
- 4.1.2 El intervalo de tiempo entre informes de posición: Todo controlador de tránsito aéreo, al proporcionar la separación adecuada entre aeronaves, debe, en general, confiar en la información de posición proporcionada por el propio piloto. La notificación de posición se hace por las comunicaciones aeroterrestres y la confiabilidad de esos datos tiene que tenerse presente. Cuando se dispone de radar y la aeronave ha sido identificada, el controlador normalmente tiene información de la posición con cada barrido de la antena y, por consiguiente, se reduce considerablemente el intervalo de tiempo entre determinaciones sucesivas de la posición. Sin embargo, para poder aprovechar tal información, se requiere comunicaciones aeroterrestres rápidas y fidedignas a fin de lograr el control radar efectivo de las aeronaves que vuelan con separación reducida.
- 4.1.3 Cuando se interrumpen las comunicaciones, cuando la carga de los distintos canales de comunicaciones es excesiva, cuando hay que considerar la situación de una aeronave con falla de radiocomunicaciones, o cuando los intervalos entre informes de posición sucesivos son prolongados, las mínimas de separación tienen que ser mayores que en otros casos, es decir, hay que añadir un nuevo bloque de espacio aéreo al "volumen de incertidumbre de navegación". Sin embargo, cuando una dependencia ATC recibe de nuevo informes de posición en condiciones normales, el bloque adicional de espacio aéreo ya no se necesita y el volumen normal requerido pasa de nuevo al de incertidumbre de navegación.
- 4.1.4 La(s) velocidad(es) de acercamiento: Este factor tiene en cuenta la velocidad con que disminuye el volumen de espacio aéreo libre entre dos aeronaves. Su efecto es directamente proporcional al tiempo que transcurre antes de recibir nuevos informes de las posiciones de las aeronaves afectadas, es decir a la distancia entre puntos de notificación obligatorios. Cuando se trata de la dirección opuesta, de cruzar o juntarse el tránsito, la velocidad de acercamiento es normalmente deducible de las estimaciones proporcionadas por los pilotos en relación con el punto común de encuentro. Pero, si se trata de aeronaves que vuelan sucesivamente a lo largo de la misma derrota y nivel de vuelo, y las aeronaves más lentas están delante, el bloque de espacio aéreo asignado entre ellas tiene que ser suficientemente grande para garantizar que la aeronave precedente no podrá ser alcanzada por la más veloz que le sigue, mientras vuelan puntos de notificación relativamente distantes.
- 4.1.5 Presentación al controlador: La forma en que se presente la información de tránsito al controlador de tránsito aéreo, influye considerablemente en la implantación de

procedimientos de control y en el tiempo necesario para que dicho controlador se dé perfecta cuenta de la situación en la cual tal vez se vea obligado a actuar para mantener las mínimas de separación. Por eso puede decirse que cuanto más dinámico sea el sistema de presentación, tanto mayor será la probabilidad de reducir satisfactoriamente las mínimas de separación entre aeronaves, con tal que los cambios de presentación no excedan de la capacidad humana media que permita observar y analizar la situación y finalmente llegar a una decisión.

- 4.2 En el párrafo 3, ya se trata de la posible reducción de las mínimas de separación vertical.

5. APLICACIÓN DE LAS DISTANCIAS MÍNIMAS DE SEPARACIÓN

- 5.1 Los párrafos precedentes proporcionan orientación respecto a los métodos que permiten determinar las distancias mínimas de separación y las condiciones que hay que satisfacer para lograrlo. Hay que prever muchas circunstancias posibles y variables, y asignar valores a los diversos factores. Respecto a los factores examinados en 2.2.1.4, que afectan el desplazamiento lateral de las aeronaves en relación con sus respectivas derrotas, es necesario determinar tolerancias de navegación y aplicarlas a las rutas que haya que atender, a fin de determinar las áreas en las cuales no habrá separación lateral. Es igualmente necesario designar posiciones, en relación con esas áreas, entre las cuales sea necesario aplicar otras formas de separación (longitudinal o vertical). En vista de que todavía no se ha elaborado ningún sistema universal para el cálculo de las mínimas de separación, hay que tener sumo cuidado para que las mínimas utilizadas brinden un nivel de seguridad apropiado. Aparte de esto, también hay que conseguir que, cuando se apliquen determinadas mínimas, distintas de las prescritas por la OACI, su empleo no cause dificultades de integración con el tránsito de las áreas adyacentes.

PROCEDIMIENTOS DE LOS SERVICIOS DE TRÁNSITO AÉREO**MÉTODOS Y MÍNIMAS DE SEPARACIÓN****ANEXO "E"****CARACTERÍSTICAS DE LOS VÓRTICES DE ESTELA TURBULENTO
Y SU INFLUENCIA EN LAS AERONAVES****I. PROPÓSITO**

- A.- Dar a conocer las características principales de la estela turbulenta y su efecto en las aeronaves.
- B.- Establecer los procedimientos necesarios para la aplicación de mínimas de separación teniendo en cuenta la estela turbulenta.
- C.- Establecer los procedimientos respecto a la aminoración de los efectos de la estela turbulenta.

II. ANTECEDENTES

- a) Gestión del Tránsito Aéreo (Documento OACI 4444, ATM/501).
- b) Manual de Planificación de los Servicios de Tránsito Aéreo (Documento OACI 9426 - AN/924).

III. MATERIA**1. INTRODUCCIÓN**

- 1.1 Mediante el presente procedimiento se desea entregar a los controladores un conocimiento profundo de las situaciones en que exista peligro de estela turbulenta y proporcionar mínimas de separación apropiadas, las cuales servirán de complemento a las estipuladas en el DAP 11 - 11.
- 1.2 En el pasado no se había llegado por completo a un acuerdo sobre la correlación que existe entre la investigación de la estela turbulenta y la experiencia en las operaciones, para poder indicar con certeza las categorías por peso de aeronaves y las separaciones que debieran aplicarse entre distintas clases de aeronaves. Se contaba con técnicas para detectar los vórtices de estela cerca del nivel del suelo, y se habían registrado en varias partes del mundo tiempos de persistencia de los vórtices. Se hallaban bien documentados los encuentros con estela turbulenta durante la realización de vuelos. El análisis de los datos sobre estela turbulenta recogidos por algunos Estados ha producido criterios más definitivos y ahora puede considerarse como resuelto el conflicto entre la seguridad y la celeridad, entre la precaución y la regularidad y entre las mínimas de separación y el ritmo de aceptación de la pista. Al igual que el ruido de las aeronaves resulta del empuje, la estela turbulenta de las aeronaves es el resultado de la sustentación. Si los efectos perjudiciales del ruido en

las comunicaciones cercanas a los aeródromos pueden motivar que se preparen reglamentos para mitigarlos, puede hacerse lo mismo con respecto al posible riesgo que supone la estela turbulenta.

- 1.3 Los vórtices existen en la estela de todas las aeronaves, pero son especialmente violentos cuando provienen de aviones de reacción de grandes dimensiones y de fuselaje ancho. Estos vórtices son dos masas de aire cilíndricas que giran en sentido contrario, y que forman una estela detrás de la aeronave. (figura 11 - E - 1). Los vórtices representan el mayor peligro para las aeronaves que siguen a la que los engendra durante el despegue, el ascenso inicial, la aproximación final y aterrizaje. Los vórtices tienden a derivar hacia abajo y, cuando se encuentran junto al suelo, se desplazan lateralmente con respecto a la trayectoria de la aeronave que los ha generado, rebotando a veces hacia arriba.

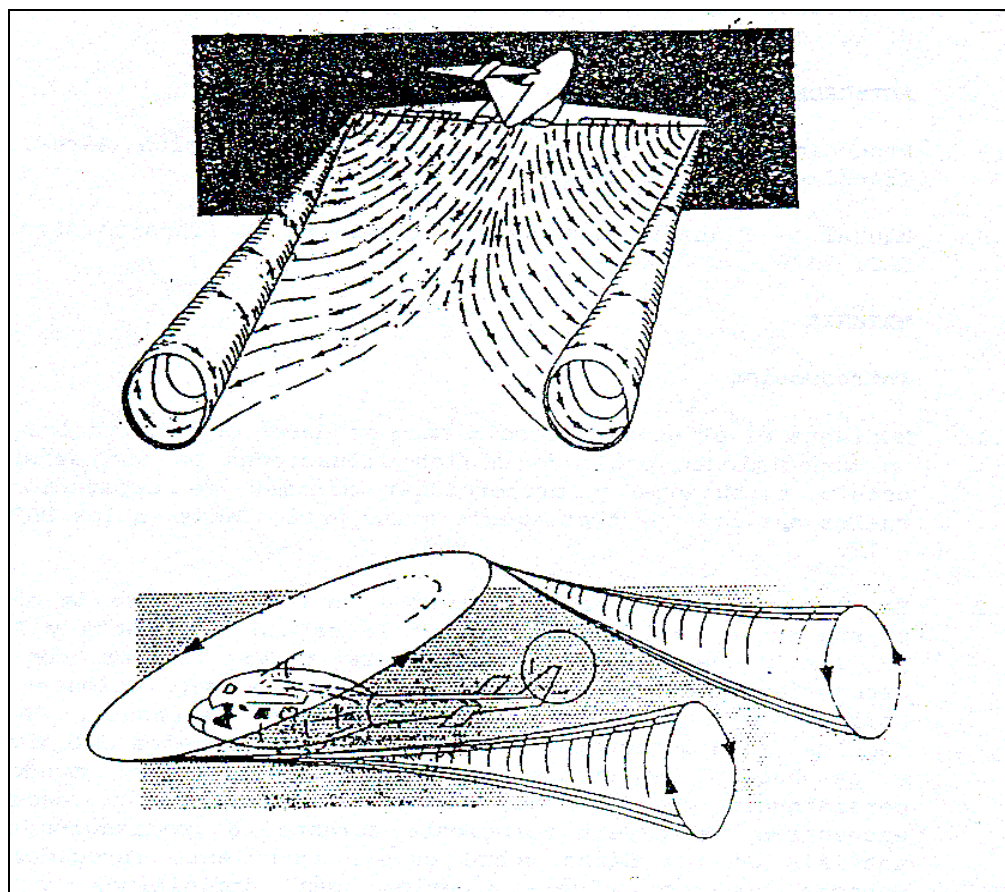


Figura 11 - E - 1. El proceso de balanceo.

- 1.4 El término "estela turbulenta" se utiliza en este contexto para describir el efecto de las masas de aire en rotación que se generan detrás de los extremos de las alas de las grandes aeronaves de reacción, con preferencia a la expresión "vórtice de estela", que describe la naturaleza de las masas de aire.
- 1.4.1 Según estudios recientes, se produce turbulencia en la estela engendrada por la aeronave y a veces hay turbulencia atmosférica. Esta última puede resultar tan peligrosa como los vórtices de estela si adopta la forma de gradiente del viento a baja altura y turbulencia en aire claro. Es de fundamental importancia distinguir entre esas

dos masas cilíndricas de aire, muy estructuradas, que rotan en sentido contrario tras la aeronave y la turbulencia atmosférica que se produce naturalmente.

2. MÍNIMAS DE SEPARACIÓN

2.1 Aplicación de separaciones mínimas

2.1.1 Las mínimas de separación para estela turbulenta tienen por objeto reducir lo más posible los peligros de tal fenómeno. Sin embargo, cuando las mínimas de separación, que normalmente se aplican según las reglas de vuelo por instrumentos (IFR), son mayores que las que rigen para la estela turbulenta, no es preciso que el control de tránsito aéreo (ATC) tome ninguna medida especial, puesto que en este caso son aplicables las mínimas IFR.

2.1.2 La estela turbulenta no es visible, su presencia y posición no pueden determinarse con exactitud, en consecuencia, tanto los controladores de tránsito aéreo como los pilotos deben comprender plenamente las situaciones probables que pueden encontrarse en casos de estela turbulenta peligrosas. Deben aplicarse los mínimos de separación por estela turbulenta en toda situación no asegurada por otros mínimos especificados, cuando el controlador crea que existe peligro potencial debido a la estela turbulenta.

2.2 Efectos en las aeronaves

2.2.1 Los tres efectos principales de la estela turbulenta en la aeronave que sigue son el balanceo inducido, la pérdida de altura o de velocidad ascensional y, posiblemente, los esfuerzos estructurales. El peligro más grave para una aeronave que penetre en la zona de estela lo constituye el balanceo inducido, cuando su violencia sobrepasa la eficacia de sus mandos para contrarrestarlo. Cuando el encuentro con la estela turbulenta se produce en el área de aproximación, su peligro es mayor, puesto que la aeronave que sigue se encuentra entonces en una fase crítica con respecto a velocidad, empuje, altitud y tiempo de reacción.

2.3 Advertencias

2.3.1 A continuación se dan dos ejemplos de los casos en que los controladores de aeródromo deberán advertir a las aeronaves de la posible existencia de estela turbulenta, relativos a aproximaciones con sujeción a las reglas de vuelo visual (VFR).

Es importante poner atención a:

- a) condiciones de viento calma;
- b) viento ligero, cruzado o de cola, que pudiera retener la estela turbulenta en la pista; y
- c) estela turbulenta desviándose hacia otra pista.

2.3.2 No debe autorizarse el recorrido de despegue de una aeronave pesada si el chorro de sus motores de reacción puede ser peligroso para una aeronave o vehículo que le sigan o para las estructuras terrestres.

2.3.3 En la figura 11 - E - 2, se indica la advertencia a una aeronave que se aproxima detrás

de una aeronave PESADA que sale, o a una aeronave LIGERA detrás de una aeronave MEDIA si llegan a una pista transversal y las trayectorias de vuelo han de cruzarse.

2.3.4 En la figura 11 - E - 3, se indica la advertencia a una aeronave que se aproxima detrás de una aeronave PESADA que llega, o a una aeronave LIGERA detrás de una aeronave MEDIA, si la aproximación se hace:

- a) a la misma pista;
- b) a una pista paralela distante menos de 760 m; o
- c) a una pista transversal, cuando las trayectorias de vuelo han de cruzarse.

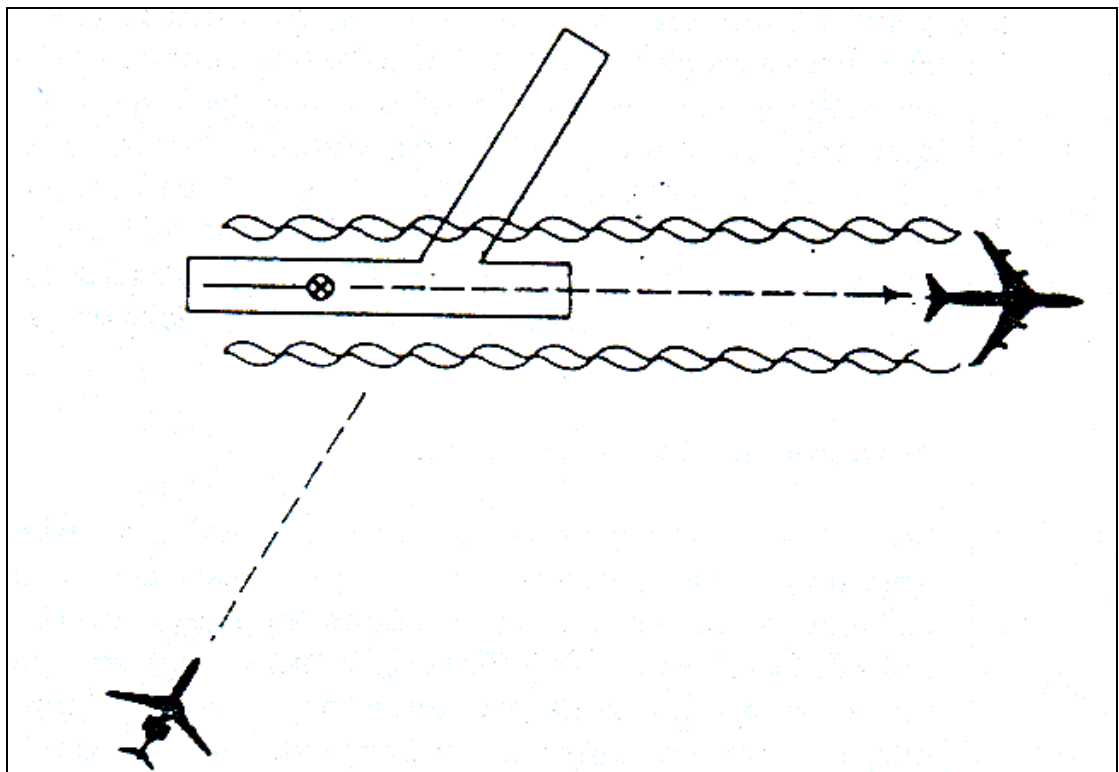


Figura 11 - E - 2. Advertencia.

2.4 Chorro de reactores

2.4.1 Los controladores de tránsito aéreo al expedir autorizaciones o instrucciones deberán tener en cuenta los peligros que el chorro de los reactores y los torbellinos de las hélices ocasionan a las aeronaves en rodaje, a las aeronaves que despegan o aterrizan, particularmente cuando se utilizan pistas cruzadas, y a los vehículos y al personal que circulan o trabajan en el aeródromo.

3. DISMINUCIÓN DE LOS EFECTOS DE LA ESTELA TURBULENTA

3.1 Consideraciones de carácter general

- 3.1.1 La información que aparece a continuación no pretende dar la impresión de que el ATC puede reducir las mínimas de separación prescritas en el caso de estela turbulenta. Sólo se tiene el propósito de evitar que sea necesario incrementar la separación aplicable en tal caso más allá de las mínimas, eludiendo dondequiera que sea factible, las ocasiones en que debido a las condiciones existentes, sean más probables los encuentros con estela turbulenta. Cabe inferir que la aplicación de una mínima de vórtice de estela no constituye una garantía de que no vaya a haber un encuentro con estela turbulenta. Su aplicación solamente reduce el riesgo.

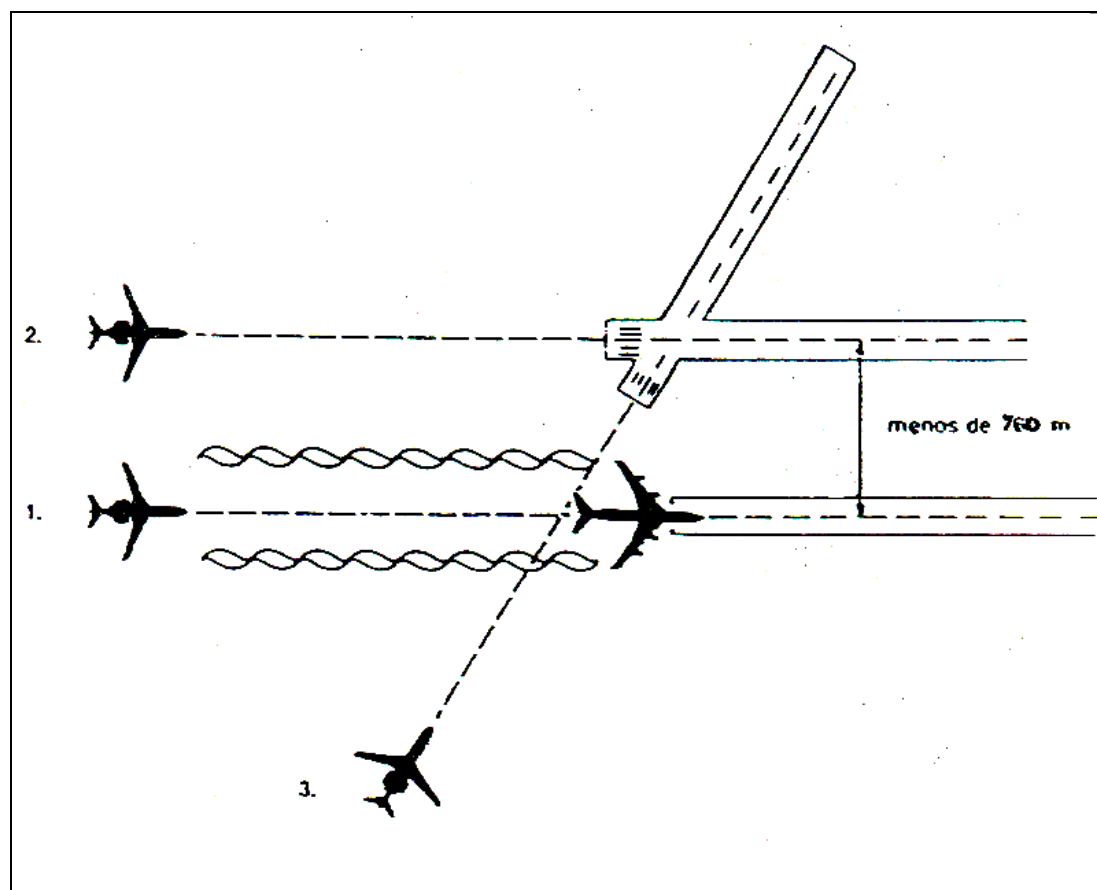


Figura 11 - E - 3. Advertencia.

3.2 El dilema del ATC

La principal preocupación del ATC al aplicar los procedimientos relativos a la estela turbulenta es reducir las consecuencias de tales estelas en las aeronaves. El ATC debe también interesarse en la capacidad del aeródromo y en su propia aptitud para desempeñar su cometido, consistente en el rápido despacho del tránsito aéreo lo más eficazmente posible.

- 3.2.2 La ejecución de tal cometido unido a la necesidad de determinar el posible comportamiento y ubicación de corrientes de aire invisibles, crea un dilema para el controlador de tránsito aéreo. El presente procedimiento ayudará a resolver el dilema de los controladores ante el fenómeno de la estela turbulenta.
- 3.3 Características de la estela turbulenta
- 3.3.1 Las características de los vórtices de estela engendrados por una aeronave en vuelo guardan relación con su masa bruta, su velocidad, su configuración y su envergadura. Las características del vórtice quedan modificadas y finalmente dominadas por sus interacciones con la atmósfera ambiente. El viento, el gradiente anemométrico, la turbulencia y la estabilidad atmosférica afectan el movimiento y disipación de un sistema de vórtice. En el Área Terminal, la proximidad del suelo afecta notablemente los desplazamientos y disipación del vórtice.
- 3.3.2 El vórtice empieza a formarse en el momento de la rotación, cuando las ruedas de proa dejan de hacer contacto con la pista, y termina cuando dichas rueda hacen contacto con el suelo en el momento del aterrizaje. La fuerza del vórtice es proporcional al peso, y alcanza su valor máximo cuando la aeronave que lo genera es PESADA, en configuración limpia, y lenta.
- 3.3.3 Los helicópteros producen vórtices mientras se encuentran en vuelo, y parece haberse demostrado que, por kilogramo de masa bruta, sus vórtices son más intensos que los de las aeronaves de ala fija. Cuando se encuentran en vuelo estacionario o cuando ejecutan la maniobra de rodaje aéreo, debe procurarse que los helicópteros se mantengan a bastante distancia de las aeronaves ligeras.
- 3.3.4 Es preciso prestar atención especial a los casos de viento ligero, en que los vórtices pueden permanecer bastante tiempo en las áreas de aproximación y de punto de contacto de la pista, desplazarse hacia una pista paralela, o descender al nivel de la trayectoria de aterrizaje o de despegue de las aeronaves que siguen.
- 3.3.5 Los vórtices se disipan o desintegran generalmente de uno de los tres modos siguientes:
- a) un largo período de difusión turbulenta puede dilatar cada una de las estelas hasta el punto en que las estelas se combinan y disipan;
 - b) las perturbaciones que se producen a lo largo de los vórtices se hacen inestables, y la formación de oscilaciones sinuosas ocasionan que los vórtices se junten y fusionen;
 - c) una modificación repentina de estructura, denominada dislocación o estallido de los vórtices, pueden hacer que se dilate bruscamente su núcleo.
- 3.3.6 El efecto del suelo desempeña un papel importante en el desplazamiento y la disipación de los vórtices. El suelo actúa como un plano de reflexión; a medida que los dos vórtices de estela descienden hacia el suelo, su velocidad vertical disminuye y, con viento nulo o débil, empiezan a desplazarse horizontalmente a ras de suelo, alejándose uno de otro, a una altura aproximadamente igual a la semienvergadura de la aeronave que los produce.

3.4 Aspectos relativos al suministro de servicios de tránsito aéreo

Respecto a las aeronaves comprendidas en la categoría de PESADA para efectos de estela turbulenta, la palabra PESADA deberá incluirse inmediatamente después del distintivo de llamada de la aeronave en el contacto radiotelefónico inicial entre dicha aeronave y la torre de control de aeródromo o la oficina de control de aproximación, antes de la llegada o salida. Las categorías de estela turbulenta se especifican en las instrucciones para llenar la casilla 9 del plan de vuelo.

3.5 Aspectos relativos al suministro de servicio de control de área

El suministro de separación vertical u horizontal no es aplicable a un vuelo que haya sido autorizado a mantener su propia separación y a continuar en condiciones meteorológicas visuales (VMC). Por lo tanto, todo vuelo que haya sido autorizado de este modo tiene que cerciorarse de que, durante el período que rija la autorización, no evolucione tan cerca de otros vuelos como para originar un riesgo de colisión y, por consiguiente, verse expuesto a los peligros resultantes de los vórtices de estela.

3.6 Aspectos relativos al suministro de servicio de control de aproximación

3.6.1 Para tener en cuenta la estela turbulenta, además de las disposiciones que figuran en 3.3 y 3.5 y en relación con el establecimiento de espacios aéreos controlados, el límite inferior de un área de control deberá fijarse, siempre que sea posible, a una altura mayor que la mínima especificada, es decir, 200 m (700 ft), con objeto de que los vuelos VFR tengan libertad de acción. Dondequiera que haya un riesgo eventual importante de que la estela turbulenta descienda hasta una zona de control o ruta ATS, el límite inferior de dicho espacio aéreo deberá fijarse a una altura en que no haya menos de 300 m (1 000 ft) entre los niveles de vuelo o altitudes utilizados por los vuelos efectuados por encima del límite superior y los utilizados por los vuelos realizados por debajo del límite inferior del área de control, cuando el control de tales vuelos incumba a dependencias ATC distintas, (figura 11 - E - 4). Tal relación existe también cuando la separación incumbe a una sola dependencia ATC, como por ejemplo cuando se aplica la separación vertical a los vuelos IFR.

3.6.2 Las pruebas realizadas en vuelo han puesto de manifiesto que los vórtices de las aeronaves de grandes dimensiones descienden a una velocidad de aproximadamente 2 a 2,5 m/s (400 a 500 ft./min.). Tienden a nivelarse a unos 275 m (900 ft) por debajo de la trayectoria de vuelo de las aeronaves que los producen. La intensidad de la estela turbulenta disminuye a medida que transcurre el tiempo y va siendo mayor la distancia existente por detrás de las aeronaves que los generan. La turbulencia atmosférica acelera la disipación de los vórtices. El vórtice se mueve hacia afuera, hacia arriba y en torno a los extremos del ala, cuando se observa por delante o por detrás de la aeronave. Las pruebas realizadas con aeronaves de grandes dimensiones han revelado que el campo de circulación de la corriente del vórtice, en un plano que intersecta la estela en cualquier punto en el sentido de la corriente, abarca un área equivalente aproximadamente a las dimensiones de dos envergaduras en anchura y una envergadura en profundidad, siendo la envergadura la de la aeronave que genera el vórtice (figura 11 - E - 5). La velocidad de descenso que se muestra en la figura 11 - E - 4, puede ayudar a formarse una idea acerca del movimiento del vórtice. Los vórtices se hallan espaciados, con una separación aproximada de una envergadura de ala, y se desplazan en la dirección del viento, a altitudes del suelo superiores a la dimensión de una envergadura de ala. Si una aeronave que está siendo objeto de

separación con respecto a una aeronave de grandes dimensiones mediante radar, encuentra estela turbulenta persistente, un pequeño cambio de altitud y de posición lateral (preferiblemente contra la corriente), proporcionará una trayectoria de vuelo libre de vórtices. La aeronave debería volar siguiendo la trayectoria de vuelo de la aeronave de gran tamaño, o por encima de dicha trayectoria, cambiando de rumbo en la medida necesaria para evitar la penetración en el área situada por detrás y por debajo de la aeronave de gran tamaño que genera la estela turbulenta.

3.6.3 En casos insólitos, el encuentro con una estela turbulenta puede ocasionar daños estructurales en vuelo de magnitud catastrófica. Sin embargo, el peligro usual está relacionado con el balanceo inducido, según se describe en 2.2.1, que puede exceder de la capacidad para superar el balanceo de la aeronave que encuentra la estela turbulenta. Contrarrestar con los mandos el balanceo suele ser eficaz, y el balanceo inducido mínimo, en los casos en que la envergadura y los alerones de la aeronave que encuentra el vórtice se extienden más allá del campo de la corriente giratoria del vórtice. Resulta más difícil para las aeronaves de poca envergadura (en relación con la de la aeronave generadora) contrarrestar el balanceo inducido por la corriente del vórtice. Los pilotos de aeronaves de poca envergadura, incluso las del tipo de gran performance, deberían mantenerse especialmente alerta ante la posibilidad de encontrar estela turbulenta y deben ser debidamente atendidas por el control de tránsito aéreo. En la figura 11 - E - 6 se representa la antedicha relación.

3.6.4 A efectos de recopilación de datos, los encuentros con estela turbulenta han sido clasificados (por un Estado) con arreglo al ángulo de balanceo notificado, como sigue:

- FUERTE: Angulo de balanceo notificado de más de 30° con el alerón opuesto extendido a fondo.
- MODERADO: Angulo de balanceo notificado de 10 a 30° .
- LIGERO: Angulo de balanceo notificado inferior a 10° .

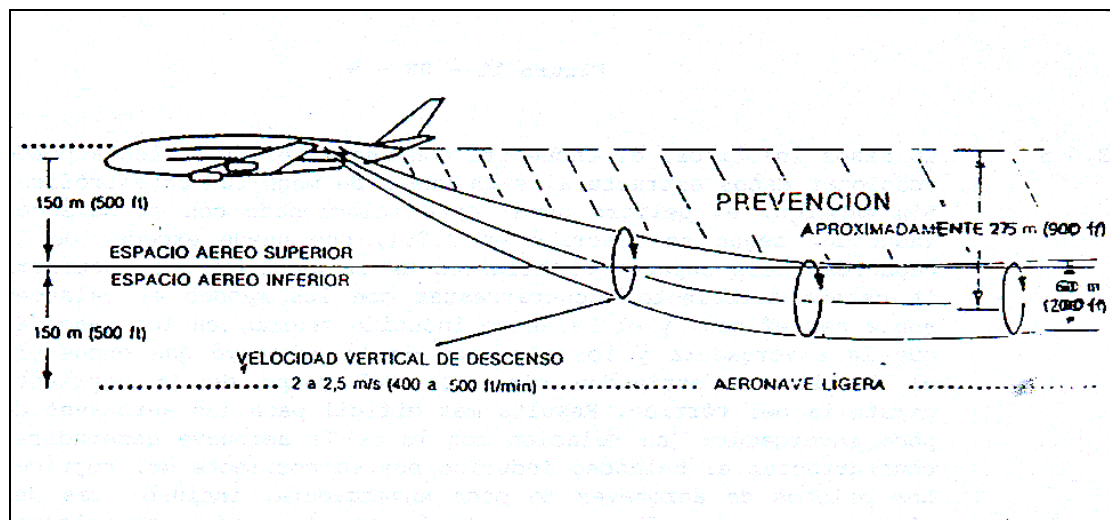


Figura 11 - E - 4.

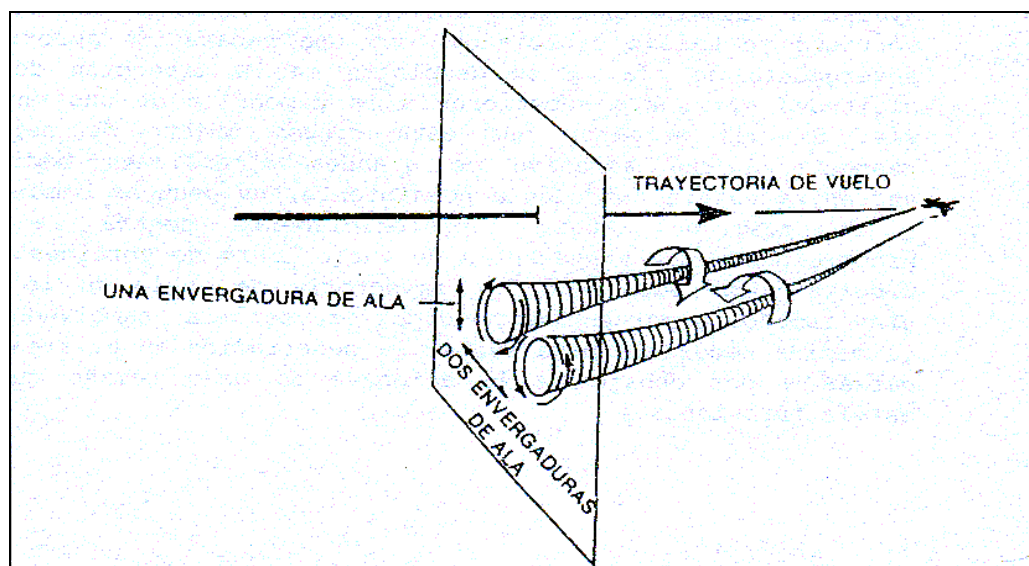


Figura 11 - E - 5.

3.6.5

Los servicios de tránsito aéreo deberán cerciorarse de que se lleva registro de los encuentros con estela turbulenta. Estos registros debieran indicar la gravedad de los encuentros, la trayectoria y altitud de vuelo de las aeronaves que los hayan encontrado y, de ser posible, las de la aeronave que los hayan producido, y la distancia de separación entre las aeronaves. La velocidad y dirección del viento, comunicada por el aeródromo y/o por el controlador encargado de la aproximación, pueden tener cierta incidencia en el encuentro en determinadas circunstancias. Dado que el sistema de notificación debiera proyectarse para analizar la eficacia de las mínimas de separación que se aplican en el caso de estela turbulenta, dicho sistema no debiera ser más complejo que lo absolutamente esencial.

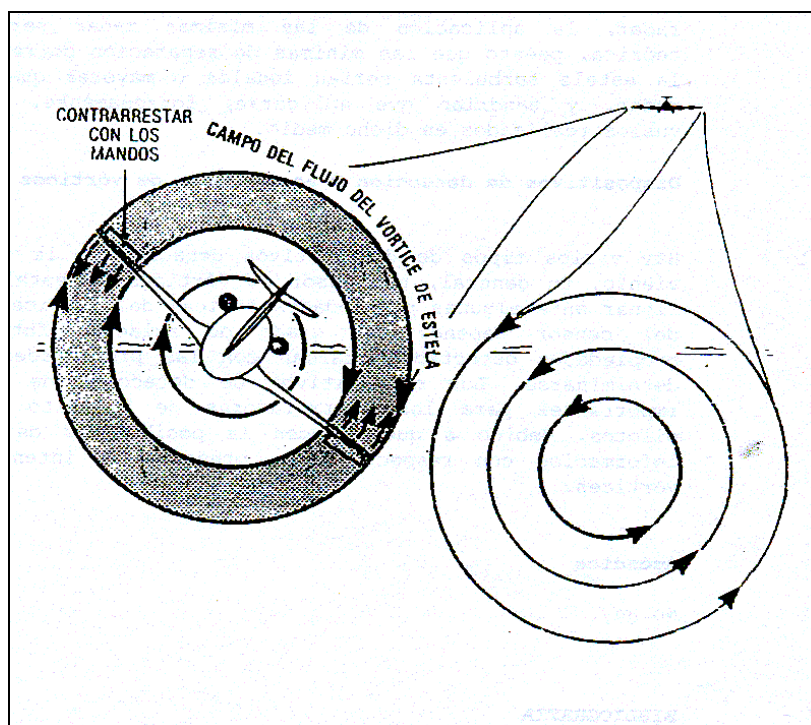


Figura 11 - E - 6.

- 3.7 Aspectos relativos al suministro de servicio de control de aeródromo
 - 3.7.1 La función relativa a la prevención de los encuentros con estela turbulenta ejercida por el servicio de control de aeródromo en el caso de vuelos que no sean los efectuados con sujeción a las reglas IFR, seguirá desempeñándose tal como se indica en 2.1, hasta que se conozca con un grado aceptable de certeza el "tiempo de persistencia" de los vórtices de estela a lo largo de las trayectorias de vuelo de las aeronaves que llegan.
 - 3.7.2 El empleo de radar en el servicio de control de aeródromo puede originar que se adopte una forma combinada de servicio de aeródromo radar/visual para vuelos IFR/VFR y de control de aproximación. En un medio ATC donde se hace uso frecuente del radar, la aplicación de las mínimas radar sería puramente teórica, puesto que las mínimas de separación correspondientes a la estela turbulenta serían iguales o mayores que las mínimas radar, y tendrían que aplicarse, forzosamente, a todos los vuelos realizados en dicho medio.

4. **DISPOSITIVOS DE DETECCIÓN Y SEGUIMIENTO DE VÓRTICES**

Hay varios tipos de dispositivos sensores de la dirección del viento. En general, un sensor de vórtices de estela debe reaccionar ante algunas propiedades físicas del vórtice. La utilidad del sensor depende del grado de relación íntima que las propiedades detectadas guardan con las propiedades que han de determinarse. Los dispositivos de detección de vórtices son importantes para los controladores de tránsito aéreo y los pilotos, debido a que ofrecen la posibilidad de proporcionar información con respecto a la presencia e intensidad de los vórtices.