



**MANUAL**

**OPERACIONES**

**ATC**

**SENIOR STUDENT  
(S3)**

# Tabla de contenido

|                                              |           |
|----------------------------------------------|-----------|
| <b>1. Función y objetivos.....</b>           | <b>3</b>  |
| <b>2. Navegación.....</b>                    | <b>3</b>  |
| 2.1 VOR/NDB.....                             | 3         |
| 2.2 Visual.....                              | 3         |
| 2.3 RNAV.....                                | 4         |
| <b>3. Controlador de aproximación.....</b>   | <b>4</b>  |
| 3.1 SID y STAR.....                          | 4         |
| 3.2 Cartas IAC.....                          | 5         |
| 3.3 Intervalo de aproximación.....           | 5         |
| 3.4 Hora prevista de aproximación.....       | 6         |
| 3.5 Esperas.....                             | 7         |
| <b>4. Separaciones.....</b>                  | <b>7</b>  |
| 4.1 Circuito de espera.....                  | 7         |
| 4.2 Horizontales.....                        | 8         |
| 4.2.1 Laterales.....                         | 8         |
| 4.2.2 Longitudinales.....                    | 10        |
| 4.3 Verticales.....                          | 12        |
| 4.3.1 Determinación de niveles ocupados..... | 12        |
| <b>5. Performances.....</b>                  | <b>13</b> |
| <b>6. Fraseología.....</b>                   | <b>16</b> |

---

## *1. Función y objetivos*

---

Los controladores de aproximación se aseguran de que los aviones que vuelan dentro del espacio aéreo de un aeropuerto mantengan una distancia mínima de seguridad y un ordenamiento secuencial para asegurar las operaciones de llegada y salida con la menor demora posible.

También dan autorizaciones para entrar en un espacio aéreo controlado de dimensiones definidas (lateral y verticalmente) y transfieren el control de las aeronaves a los controladores de área o de aeródromo, según la etapa del vuelo.

Por último, proporcionan información a los pilotos, como aquellas referidas a las condiciones meteorológicas y otros avisos críticos.

---

## *2. Navegación*

---

### **2.1 VOR/NDB**

Unas de las navegaciones más comunes son las radionavegaciones, es decir, aquellas en las que se utilizan radioayudas para determinar la posición de la aeronave y dirigirla desde un punto hacia otro. Las radioayudas más comunes son los VOR y los NDB.

La navegación VOR se basa en las radioayudas terrestres que le brindará al piloto la posición con respecto a la misma, la cual se decodificará como "radial".

En el caso de los NDB, recordemos que siempre pediremos la posición solicitando el QDR con respecto a la estación, que sería una especie de radial.

Si el piloto también tiene un DME (caso muy común) se le podrá solicitar la distancia con respecto a la radioayuda requerida.

### **2.2 Visual**

La navegación visual es aquella mediante la cual el piloto volará teniendo siempre contacto visual con el terreno y los puntos que cruzará serán referencias visuales reconocidas tanto por el piloto como por el controlador. Para volar este tipo de navegaciones deben existir en todo momento del vuelo las condiciones VMC.

## 2.3 RNAV

La navegación RNAV es un reemplazo de la radionavegación y está basada en puntos definidos previamente por coordenadas, por cruce de radiales o por distancia con respecto a un VOR. El avión volará por estos puntos gracias a su FMC y logrará una ruta más directa ahorrando tiempo y combustible. Para volar este tipo de navegaciones el avión y la tripulación deben estar dotados de las licencias y habilitaciones correspondientes.

---

### 3. Controlador de aproximación

---

#### 3.1 SID y STAR

Cuando el controlador de aproximación se conecte en un TMA (ver [\*\*\*Tabla de Posiciones ATC\*\*\*](#)) será responsable también de todas las salidas y llegadas estandarizadas.

Considerando a una aeronave despegando del aeródromo, se deberá guiar a la misma hasta el punto donde comenzará la ruta de su vuelo siendo este generalmente el límite del TMA. Si existe una salida estandarizada por instrumentos se puede autorizar a la aeronave a volarla por lo que ya se sabrá cuál va a ser la trayectoria que tomará. Si no existe, entonces el controlador podrá o bien dar un directo, pedirle que mantenga rumbo de pista o que vuele por algún radial.

**Recordemos que el controlador de aproximación con rango S3 NO brinda servicios radar.**

En el caso de una aeronave llegando, los procedimientos son los mismos: cuando esté próximo a ingresar al TMA se lo autorizará a volar la llegada estandarizada, respetando los descensos si es que los tiene. La STAR guiará a la aeronave hasta el punto IAF (Initial Approach Fix) que es donde comenzará la *carta IAC*. Este punto puede ser un VOR, un cruce de radiales de dos VOR, entre otros. Hay muchos aeródromos que no tienen STAR; allí lo más común es solicitar a la aeronave que vuele directo un VOR.



Para calcular el intervalo de aproximación, tomaremos como caso general una aeronave cuya velocidad de aproximación es 140KT.

Según la carta, a la misma le llevará 1 minuto y 20 segundos en volar desde OM hasta MM (siendo este último el punto donde debería tener la pista a la vista).

Lo que queda es sumar todas las millas de la carta y luego hacer una regla de tres simple:

$$12 + 2.4 + 4 + 3.1 = 21,5$$

$$\begin{array}{rcl} 1:20 & \text{-----} & 3,1\text{nm} \\ x & \text{-----} & 21,5\text{nm} \end{array}$$

$$(21,5\text{nm} \times 1,2) / 3,1 = 7,3$$

Entonces, 7.3 será el intervalo de aproximación aproximado. Si es necesario, siempre se redondeará hacia arriba para dar un margen aún mayor de seguridad.

*\*\*Nota: el último trayecto de 0.6nm no se cuenta ya que el intervalo se calcula para dar las horas previstas de aproximación y si en MM debe tener la pista a la vista, el tiempo que tardará en aterrizar no es necesario tomarlo ya que en ese punto se puede autorizar a la que sigue a realizar la carta\*\**

### 3.4 Hora prevista de aproximación

La hora prevista de aproximación (EAT) es la hora zulú en la que la aeronave correspondiente pasará por el punto IAF para comenzar con su carta IAC. Esta se dará siempre y cuando se prevea que su aterrizaje se demorará por 10 minutos o más.

Si por algún motivo esta hora cambia y se retrasa por 5 minutos o más, entonces se la dará nuevamente transmitiéndola como la *hora revisada de aproximación*.

Si el punto en donde la aeronave está realizando el circuito de espera no es el punto IAF, entonces se la transmitirá como la *hora de autorización de seguir adelante*.

### 3.5 Esperas

Cuando las aeronaves estiman horas muy similares para el arribo y al no poder dar vectores, el controlador puede autorizar a incorporarse a una espera. La misma puede ser según publicado en las cartas o no. Si el circuito de espera está publicado en la carta IAC entonces basta con instruir a la aeronave a incorporarse a la espera según publicado en la carta.

Pero, si el circuito de espera no figura en ninguna carta, es necesario aclarar el punto donde se hará el circuito, el sentido de los virajes y la duración de cada tramo.

Recordar que si una aeronave entra en una espera es porque se demorará su arribo, entonces es necesario dar la hora prevista de aproximación siempre y cuando el aterrizaje se demore por 10 minutos o más.

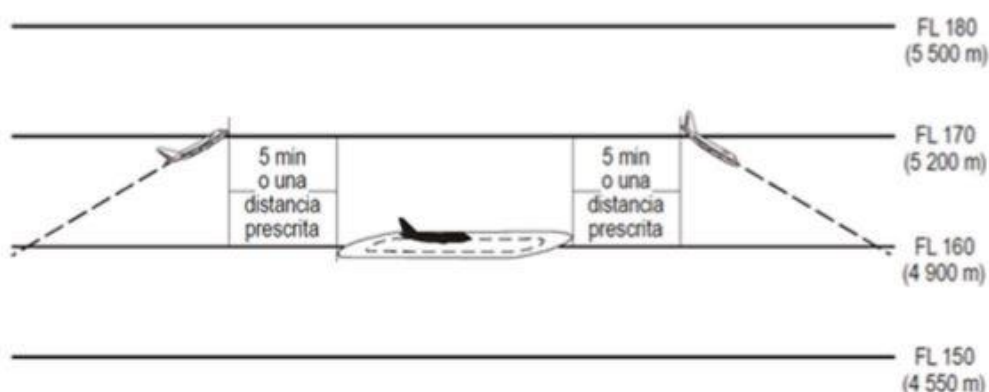
---

## 4. Separaciones

---

### 4.1 Circuito de espera

Dentro del circuito de espera, las aeronaves deberán estar siempre separadas verticalmente por 1000 pies. En relación a las aeronaves que crucen el circuito o se deseen incorporar, deberán existir 5 minutos de separación como mínimo entre la posición de las mismas y el circuito de espera.

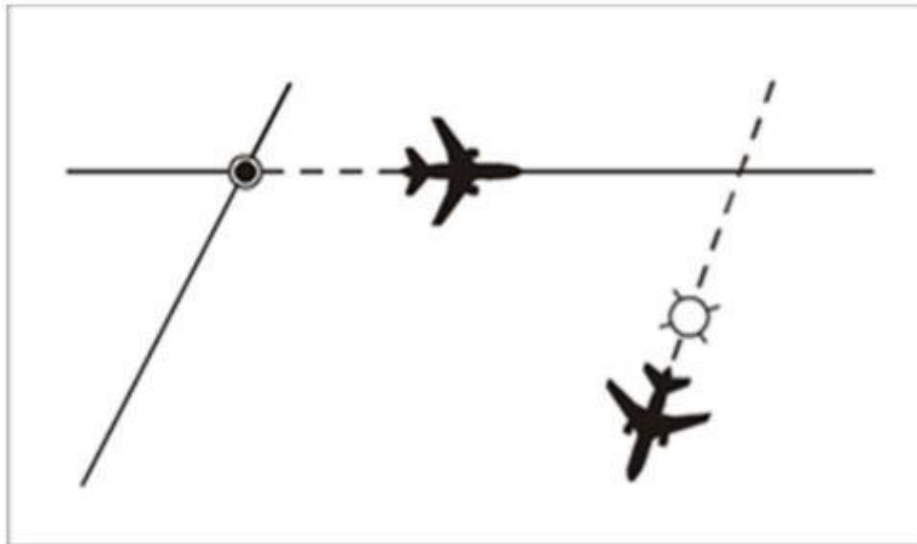


*Figura 4.1.1*

## 4.2 Horizontales

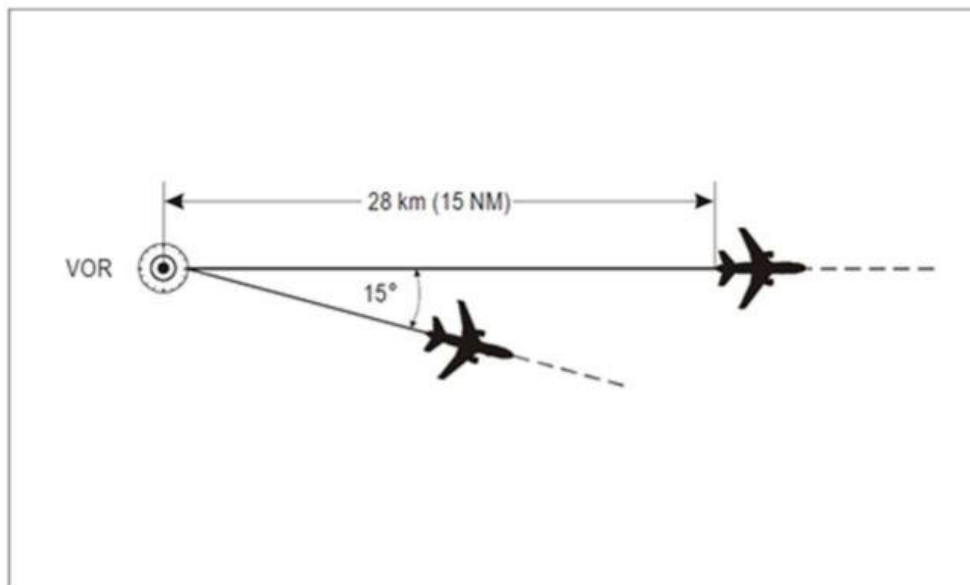
### 4.2.1 Laterales

- a. Geográfica: las aeronaves se encuentran en dos puntos geográficos distintos



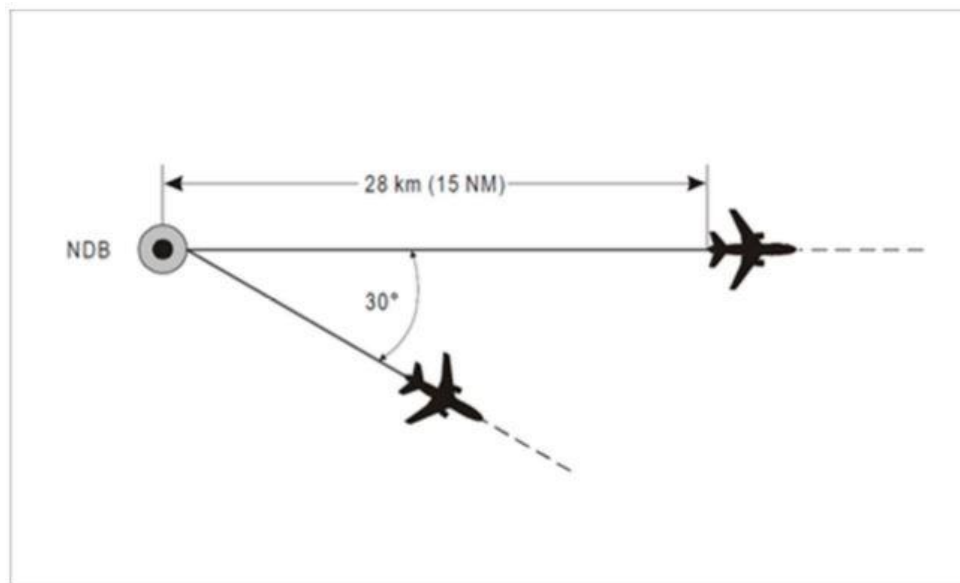
*Figura 4.2.1.A*

- b. VOR: las aeronaves se han establecido en radiales que divergen en  $15^\circ$  por lo menos y estén a 15nm o más desde la estación



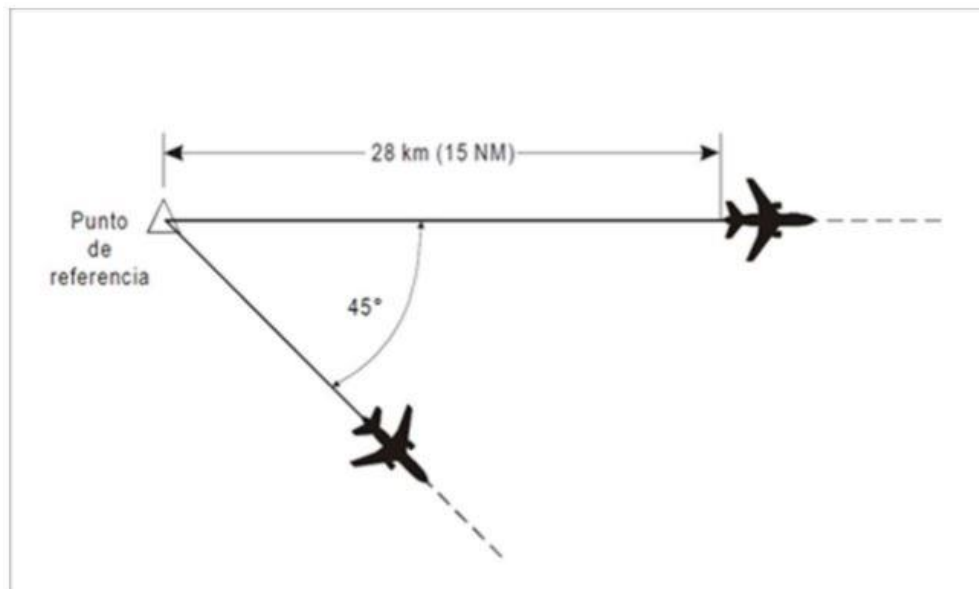
*Figura 4.2.1.B*

- c. NDB: las aeronaves se han establecido en derrotas que divergen en  $30^\circ$  por lo menos y estén a 15nm o más desde la estación



*Figura 4.2.1.C*

- d. A la estima (DR): las aeronaves se han establecido en derrotas que divergen en  $45^\circ$  por lo menos y estén a 15nm o más desde el punto de intersección de las derrotas (punto visual o referencia a una ayuda para la navegación)



*Figura 4.2.1.D*

### 4.2.2 Longitudinales

Para aplicar separaciones longitudinales, es necesario conocer los conceptos *misma derrota*, *derrotas opuestas* y *derrotas que se cruzan*

- a. Misma derrota: derrotas en la misma dirección y derrotas intersecantes o partes de las mismas, cuya diferencia es inferior a  $45^\circ$  o superior a  $315^\circ$

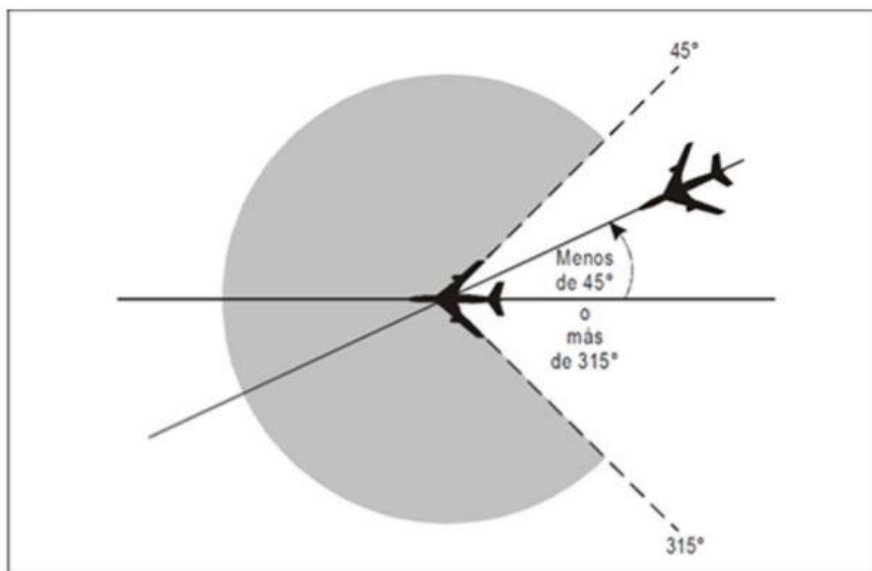


Figura 4.2.2.A

- b. Derrotas opuestas: derrotas opuestas y derrotas intersecantes o partes de las mismas, cuya diferencia angular es superior a  $135^\circ$  pero inferior a  $225^\circ$

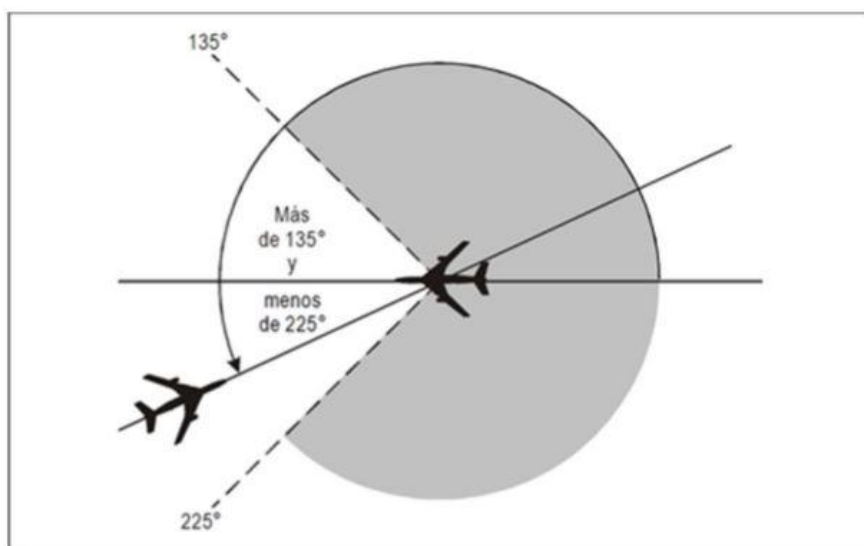
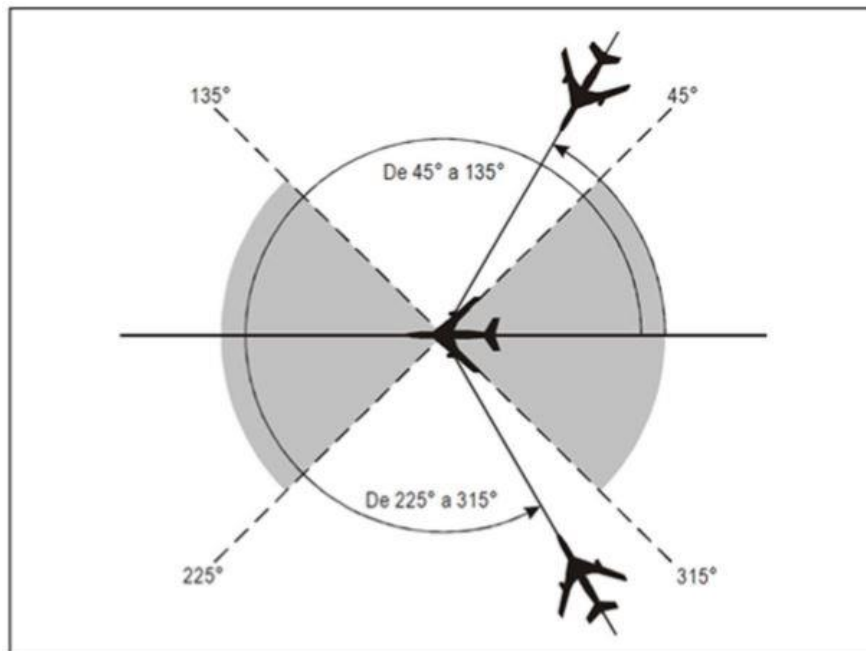


Figura 4.2.2.B

- c. Derrotas que se cruzan: derrotas intersecantes o partes de las mismas, distintas de las especificadas en a) y b) anteriores.



*Figura 4.2.2.C*

Ahora que entendemos estos conceptos, conozcamos los cuatro tipos de separaciones longitudinales:

**1) En función del tiempo:**

- a) Misma derrota, mismo nivel
  - i) 15 minutos en aerovía sin radioayudas
  - ii) 10 minutos en aerovía con radioayudas
  - iii) Aeronave que precede es 20kt más rápido de TAS: 5 minutos
  - iv) aeronave que precede es 40kt más rápido de TAS: 3 minutos
- b) Derrotas que se cruzan, mismo nivel
  - i) 15 minutos en aerovía sin radioayudas
  - ii) 10 minutos en aerovía con radioayudas
- c) Sentido opuesto, mismo nivel
  - i) A partir de la hora estimada de cruce, 10 minutos antes o después
- d) Misma derrota al cruce de nivel
  - i) 15 minutos en aerovía sin radioayudas
  - ii) 10 minutos en aerovía con radioayudas
  - iii) 5 minutos con vigencia de 10 minutos a la hora de paso de la segunda aeronave

- 2) **En función del DME** (una aeronave yendo hacia y otra desde, o ambas yendo o ambas saliendo de la estación):
- a) Misma derrota, mismo nivel
    - i) 20 nm - aeronaves en la misma derrota al mismo nivel
    - ii) 10 nm - aeronave que precede 20kt de TAS más rápida
  - b) Derrotas que se cruzan (90° o menor)
    - i) 20 nm - aeronaves en derrotas que se cruzan al mismo nivel
    - ii) 10 nm - aeronave que precede 20kt de TAS más rápida
  - c) Cruce de niveles
    - i) 10 nm - misma derrota
    - ii) 10 nm - una vez cruzados (derrotas opuestas)
- 3) **En función de la velocidad MACH:**
- a) Misma derrota, mismo nivel
    - i) 10 minutos
- 4) **En función de aerovías RNAV:**
- a) 80NM

### 4.3 Verticales

Todas las aeronaves deben estar separadas verticalmente. Por debajo de FL410 la separación vertical será de 1000 pies y por encima, de 2000 pies.

Para aplicar una correcta separación vertical es posible consultar y asignar regímenes de descenso y ascenso, para asegurarse de que aunque dos aeronaves desciendan o asciendan a niveles distintos no se crucen en el medio.

#### 4.3.1 Determinación de niveles ocupados

A la hora de autorizar los descensos, el controlador debe asegurarse que tal nivel está libre. **Se considera que un nivel está libre cuando la aeronave que lo estaba ocupando se encuentra a 300 pies +/- de dicho nivel.** Al no ser radar, el controlador debe estar constantemente pidiendo posición y nivel de vuelo o altitud cruzando a las aeronaves, o mismo pedirles que notifiquen cuando el nivel de vuelo esté libre.

---

## 5. Performances

---

Uno de los recursos que tiene a su disposición un Controlador para ordenar y canalizar el tránsito aéreo es regular la velocidad de los diferentes aviones en secuencia. Pero para ello es necesario tener un cierto conocimiento de las diferencias de performance que tienen los diferentes modelos y, a su vez, las diferentes categorías de aviones se ven afectadas por diferentes mínimos de visibilidad en aproximaciones y despegues.

Hablando de velocidades, en aviación hay varios tipos, algunas de las cuales, las más importantes para un controlador, son las siguientes:

- Velocidad indicada (IAS, Indicated Airspeed): velocidad aerodinámica, leída directamente desde el velocímetro del avión. Las restricciones que brindan los ATCs son SIEMPRE en velocidad indicada.
- Velocidad verdadera (TAS, True Airspeed): es la velocidad del avión relativa a la masa de aire en la que vuela.
- Velocidad terrestre (GS, Ground Speed): es la velocidad del avión respecto a la tierra (la terrestre más el viento). Por ejemplo, si un avión vuela a una velocidad verdadera de crucero de 450kt y tiene 50kt de viento de frente, su velocidad terrestre será de 400kt.
- Velocidad MACH: la velocidad del sonido equivale a MACH 1. Se la menciona con enteros y decimales. Ya que todos los aviones comerciales actuales (excepto el Concorde, que ya no vuela más - aunque si lo podemos encontrar en Vatsim) vuelan bajo MACH 1, siempre tendremos velocidades inferiores. Por ejemplo, MACH 0.80. Respecto a la fraseología, el 0 no se menciona, por lo cual en este caso se refiere como "punto ochenta de mach".

Antes de seguir avanzando, separemos también a los aviones en distintos grupos genéricos (basándonos en aviones con motor, que es lo que encontraremos mayormente en Vatsim):

- Monomotores a pistón: aviones pequeños, generalmente entre 1 y 8 plazas máximo, son los aviones más lentos y más limitados que podremos encontrar (tienen razones de ascenso lentas, techos de servicio bajo, etc). Estos aviones generalmente no son presurizados por lo que es inusual que vuelen sobre 10/12.000 ft (en la realidad los que tienen motores turbocargados llegan a volar hasta FL250, siempre y cuando el piloto porte oxígeno).
- Multimotores a pistón: mayormente aviones de dos motores, sus capacidades (tamaño, velocidades, etc.) varían, pero generalmente tienen mejor rendimiento que un monomotor.

- Turbohélices: hay mono y multimotores, suelen tener una performance similar. Algunos llegan a velocidades de crucero de 320kt TAS, con techos hasta FL300 (en algunos monomotores). Los turbohélices de pasajeros (tipo Saab 340, ATR 42/72, etc) suelen volar a niveles bastante inferiores que los jets, ya que ahí encuentran su mejor eficiencia.
- Reactores (Jets): mayormente multimotores, sus velocidades son muy diferentes según el tipo. Existen aviones con performances similares a algunos turbohélices (jets ejecutivos pequeños) y los aviones de pasajeros suelen tener performances relativamente similares. Aun así, siendo este el tipo de avión que más encontraremos en Vatsim, vamos a ahondar en algunas diferencias de los tipos de aviones más comunes.

Las autoridades aeronáuticas dividen a los aviones en 5 categorías según su velocidad de aproximación, ésta calculada al peso máximo de aterrizaje:

- Categoría A: velocidad de 90kts o menos
- Categoría B: Entre 91kt y 120kt
- Categoría C: Entre 121kt y 140kt
- Categoría D: Entre 141kt y 165kt
- Categoría E: Sobre 166kt (mayormente aviones militares)

La mayoría de los reactores comerciales se encuentran dentro de las categorías C y D. Algunas cartas de aproximación tendrán mínimos diferentes según la categoría del avión. Aunque es responsabilidad del piloto aceptar o no una aproximación según el tipo de aeronave, es bueno que el controlador tenga conocimiento también.

Pues bien, más allá de que cada avión tiene características diferentes, podemos generar algunas referencias en común para que el controlador use como referencia en sus comienzos, hasta que logre conocer mejor el comportamiento de los diferentes aviones. Vamos a basar estas reglas para los aviones más usados en Vatsim, tipo Boeing 737, Airbus A320, etc. Posterior al despegue todos los reactores aceleran hasta 250kt, velocidad que es máxima hasta 10.000ft en todo el mundo (por un lado, por ordenamiento de tránsito y, por otro lado, para minimizar el efecto del impacto de un ave, que a mayores velocidades podría ser aún más peligroso). Los aviones más grandes (tipo Boeing 747, 777, Airbus A340) muchas veces necesitan velocidades mayores a 250kt ya que, para mantener esa restricción, debería mantener sus elementos hipersustentadores (flaps y slats) desplegados, por lo que pueden solicitar mantener una velocidad superior bajo 10.000ft para volar con el avión "limpio".

A raíz de este tema, vamos a detenernos un poco en el concepto de Avión Limpio, término coloquial usado para referirse a la mínima velocidad que puede volar un avión sin extender Slats/Flaps. Aeronaves del tipo Boeing 737/Airbus A320 tienen velocidades "limpias" de alrededor de 210/220kt. Es importante tener esto en consideración al momento de otorgar restricciones de velocidad (en aproximación mayormente) ya que los pilotos intentarán demorar la extensión de Slats/Flaps lo más posible, ya que aumentan el consumo. Aviones de mayor porte tendrán velocidades relativamente similares en aproximación, pero no así en despegue, ya que al llevar más combustible sus variaciones de peso (y, por ende, de velocidad) son mucho mayores (hasta 40/50kt entre la mínima limpia a peso máximo vs aproximación).

Cruzados los 10.000ft los reactores acelerarán a su velocidad de ascenso económico, que varía según muchos factores. Aun así, estarán englobadas entre los 270/310kt de velocidad indicada. Mantendrán esta velocidad constante hasta que alcancen su Mach (velocidad respecto a la velocidad del sonido) de crucero, donde empezarán a volar a Mach Constante. **Bajo FL250** habrá que referirse a **velocidades indicadas**, mientras que sobre ese nivel se usará **MACH**.

Una vez alcanzada la altitud de crucero se volará a MACH constante. Estas son algunas velocidades de referencia:

- Embraer 170/190/Boeing 737/Airbus 320/McDonnell Douglas MD80: **0.78** MACH.
- Boeing 757/767: **0.80** MACH.
- Airbus 330/340: **0.82** MACH.
- Boeing 777/787: **0.84/0.85** MACH.
- Boeing 747-100/200/300: **0.84** MACH.
- Boeing 747-400/-8: **0.85/0.86** MACH.

Una vez iniciado el descenso se produce el proceso inverso al ascenso: se mantiene MACH constante hasta alcanzar la velocidad indicada, la que se mantiene hasta alcanzar los 10.000ft donde se reduce a 250kt.

Generalmente veremos que la velocidad verdadera es mayor a niveles superiores para los jets y, según van descendiendo, ésta va disminuyendo ya que los descensos suelen hacerse con el empuje al mínimo. La excepción a este comportamiento se da en los turbohélices, ya que al descender estos lo hacen siempre con potencia aplicada (generalmente manteniendo un régimen de descenso de 1.500 ft/min) por lo que su velocidad verdadera aumentará.

Respecto a la desaceleración los jets pueden reducir unos 10kt por milla náutica (nm) volada, estando nivelado. Este régimen se duplica a 20kt por NM usando frenos aerodinámicos. Los turbohélices son capaces de reducir la velocidad en distancias muy cortas, pudiendo inclusive mantener 250kt hasta 5/6nm de la pista sin mayores inconvenientes. Los reactores necesitarán más distancia para reducir desde 250kt hasta su velocidad de aproximación.

---

## *6. Fraseología*

---

El documento de fraseología para el S3 se encuentra disponible en el siguiente link ([http://vatarg.com/docs/manuales/fraseologia\\_s3.pdf](http://vatarg.com/docs/manuales/fraseologia_s3.pdf)) y es de carácter obligatorio leerlo para así facilitar y agilizar la instrucción práctica.