

PREVUELO

4 DESARROLLO DE LA SECCIÓN.

Como su propio nombre (prevuelo) indica, los capítulos de esta sección trata de algunas de las tareas previas al despegue del avión, que no son pocas. He creído conveniente incluir también un capítulo destinado a aquellas personas que desean pilotar un aeroplano, o simplemente darse el placer de volar en uno de ellos, pero por alguna causa no han dado todavía ese paso. En ese mismo capítulo se incluyen unos consejos para el primer vuelo como estudiante piloto. El contenido de esta sección es el siguiente:

- 4.1 BAUTISMO Y PRIMER VUELO.
 - 4.1.1 Bautismo de vuelo.
 - 4.1.2 Primer vuelo.
- 4.2 CARGA Y CENTRADO DEL AVION (I).
 - 4.2.1 Control del peso.
 - 4.2.2 Efectos del sobrepeso.
 - 4.2.3 Limitaciones de peso.
- 4.3 CARGA Y CENTRADO DEL AVION (II).
 - 4.3.1 Centro de gravedad y balance.
 - 4.3.2 Desplazamiento lateral del c.g.
 - 4.3.3 Centro de gravedad retrasado.
 - 4.3.4 Centro de gravedad adelantado.
- 4.4 CALCULOS DE CARGA Y CENTRADO.
 - 4.4.1 Definiciones y términos.
 - 4.4.2 Cálculos básicos de Peso y Balance.
 - 4.4.3 Cálculos basados en gráficos.
 - 4.4.4 Cálculos basados en tablas.
- 4.5 RENDIMIENTO (PERFORMANCE).
 - 4.5.1 Efecto de la densidad.
 - 4.5.2 Altitud de presión y de densidad.
 - 4.5.3 Otros factores.
 - 4.5.4 Uso de tablas de rendimiento.
- 4.6 CHEQUEO PREVUELO.
 - 4.6.1 Preparación de cabina.
 - 4.6.2 Inspección exterior.
- 4.7 PUESTA EN MARCHA.
 - 4.7.1 Antes de arrancar.
 - 4.7.2 Arranque.
 - 4.7.3 Después de arrancar.
- 4.8 RODAJE (TAXIING).
 - 4.8.1 Rodaje previo al despegue.
 - 4.8.2 Superficies de maniobra.
 - 4.8.3 Uso de los controles en el rodaje.
 - 4.8.4 Rodaje tras el aterrizaje.

4.9 [PRUEBA DE MOTORES.](#)

- 4.9.1 Prueba de motores.
- 4.9.2 Chequeo de magnetos.
- 4.9.3 Más chequeos.
- 4.9.4 Briefing de despegue.
- 4.9.5 Antes de despegar.

4.10 [ESTELA TURBULENTA.](#)

- 4.10.1 Como se produce.
 - 4.10.2 Como evitarla.
-

PREVUELO

4.1 BAUTISMO Y PRIMER VUELO.

Hay muchos y buenos pilotos de aeroplanos que no conocen exactamente como funciona este, lo mismo que hay buenos interpretes de piano que no necesitan saber como está fabricado. ¿Quiere esto decir que saber porqué el avión hace lo que hace es estéril?. No, ni mucho menos. Un buen piloto es aquel que ha desarrollado unos buenos hábitos de pilotaje y los interioriza como propios, jugando la teoría un papel muy importante como base de este desarrollo. Conocemos por ejemplo como y porqué se produce una pérdida, pero si de repente sufrimos una nuestro cerebro no estará para teorías, posiblemente incluso se bloquee; una buena práctica será la que nos saque de esta situación sin sufrir sobresaltos. El principal objetivo de la instrucción de vuelo es este, desarrollar en el alumno unos buenos hábitos de pilotaje, sirviéndose de los conocimientos teóricos como base.

Puede leerse libros de aviación, manuales, teorías, estas páginas u otras, lo que le parezca mas adecuado. Mi experiencia personal me permite recomendarlo, pues creo que mi técnica de pilotaje ha mejorado, dentro de lo que cabe, gracias a mi mejor conocimiento sobre la materia. Pero solo sacará el mejor provecho de todo ello si se sube a un avión y practica con un instructor hasta que los buenos hábitos de pilotaje sean como una segunda naturaleza.

4.1.1 Bautismo de vuelo.

Obtener un título de piloto, ya sea de avioneta, ultraligero, velero, globo aerostático, y creo incluso que de escobas si hubiera, supone realizar un curso que en España no es barato precisamente. Y si alguien se hace piloto no creo que sea para presumir sino para poder volar. Y las horas de vuelo tampoco son una bagatela. Esto no es motivo para privarse de un sueño, pues con seguridad nos gastamos más dinero en cosas superfluas y muchas escuelas solo exigen un pequeño desembolso inicial y luego se paga a medida que se vuela, pero si para tomarse las cosas con cautela. Si ninguna persona en sus cabales se tira a una piscina sin comprobar antes si hay agua, porque no probar la sensación del vuelo antes de comprometerse. En la mayoría de los aeródromos seguro que hay una escuela, cuando no varias, que por una módica cantidad proporciona un bautismo de vuelo a cargo de un instructor.

En otro orden de cosas, conozco algunas personas que cuando les menciono mi afición (mas bien pasión) me proponen les dé un paseo en avioneta. Son de esas cosas que mucha gente quiere hacer pero no lo hace. A todos ellos suelo responderles lo mismo: les acompaño al aeródromo, les presento a los instructores, y por el mismo dinero que cuesta una buena cena les proporcionan un bautismo de vuelo, incluyendo a su pareja, un amigo, una amiga, etc.. Si se tiene el gusanillo o el capricho de volar, porqué no darse el placer de un vuelo cuando se pueda.

4.1.2 Primer vuelo.

El primer vuelo como alumno debiera incluir poca instrucción como tal, pues la excitación del vuelo y la falta de concentración del estudiante impide que pueda asimilar normalmente las primeras enseñanzas. El instructor no debe pretender del alumno que entienda y comprenda todo lo que le explica, es más, un exceso de instrucción puede producir confusión y agobio en el alumno. Una duración de poco más de media hora es suficiente para el primer vuelo; más corto no da para nada y mayor duración no aporta mucho porque el estado emocional del alumno le hace impermeable a las explicaciones.

Que el instructor comente al alumno que todas las cosas aparentemente complicadas que realiza las hará él con toda normalidad a medida que avance la instrucción, puede fomentar en el estudiante un espíritu positivo de aprendizaje y confianza. En este primer contacto con el avión, el rol del estudiante debe ser el de un observador, siendo lo más importante que comience a acostumbrarse a la sensación del vuelo y a la apariencia del mundo desde el aire.

Dentro de los límites de la seguridad, se debe consentir al alumno que maneje los mandos de vuelo libremente, aprovechando para darle unas nociones básicas sobre movimientos y actitudes del avión.

El alumno debe hacer lo posible por sentirse relajado y a gusto, disfrutar del vuelo y de la vista del mundo que conoce, desde otra perspectiva. Este primer vuelo puede resultar una nueva experiencia de lo más interesante, proporcionando sensaciones hasta ahora desconocidas. Familiarícese con ellas y disfrútelas.

Mentalícese y sea positivo. ¿Quién no recuerda los apuros sufridos aprendiendo a conducir un automóvil, y sin embargo con el tiempo este se maneja con toda naturalidad?. Como en toda actividad, lo que ahora parece complicado o difícil, se irá haciendo cada vez más fácil a medida que progresa la instrucción.

No debe dejarse sin preguntar todo aquello que ofrezca alguna duda, no solo en este vuelo sino como norma general. La voz del instructor debe ser claramente audible y comprensible; en caso contrario dígaselo. No caiga en el extremo de querer absorber todos los conocimientos a marchas forzadas; todas las enseñanzas son graduales y cada nuevo conocimiento se comprende mejor apoyándose en lo aprendido anteriormente.

El alumno ocupa el asiento desde el cual a partir de ahora pilotará el aeroplano, y puede que el instructor incluya en este primer vuelo alguna práctica relajada de rodaje y actitudes y movimientos del avión.

Como alumno, mantenga sus manos suavemente en los mandos de control (cuernos) y los pies apoyados en los pedales pero sin presionarlos. De esta forma, puede sentir los movimientos que realiza el instructor. Este, posiblemente enfatizará que no es necesario realizar grandes movimientos en los mandos, sino que por el contrario, estos han de ser pequeños y suaves. Quizá incluso demuestre al alumno como se pilota un avión sin necesidad de aferrarse a los mandos; que en su manejo, un movimiento firme no supone brusquedad ni está reñido con la suavidad.

Esta lección debe ser aprendida para siempre: con los mandos no solo controlamos el avión sino que además a través de ellos percibimos su pulso.

Posiblemente, el instructor indique la situación de algún lugar conocido o pregunte al alumno si reconoce donde se encuentra. Su intención es ir acostumbrando al alumno a orientarse en el espacio y a familiarizarse con algunos lugares próximos al lugar donde se vaya a realizar la instrucción futura.

Es importante en este primer vuelo que el avión esté bien compensado y elegir un día con buen tiempo.

No debe uno desanimarse si a lo largo del entrenamiento el instructor parece agobiarnos con preguntas a las cuales no somos capaces de responder. Únicamente trata de desarrollar criterio propio en el alumno, criterio que le será muy necesario cuando comience a volar solo.

El alumno comparte la responsabilidad del instructor en cuanto a observar si hay otros aviones maniobrando en las cercanías o que se dirigen hacia ellos. En caso afirmativo debe hacérselo saber al instructor porque es posible que este no se haya percatado dado que no tiene ojos en la nuca ni puede ver todo.

Desde este momento y a lo largo de todo el proceso de aprendizaje, es muy importante dejar claro como se produce la transferencia del mando del avión. La frase con la cual el instructor indica que toma el mando, por ejemplo "mío el avión", debe ser concisa y dicha con voz suficientemente clara y audible.

Sumario:

- El principal objetivo de la instrucción de vuelo es desarrollar en el alumno unos buenos hábitos de pilotaje, sirviéndose de los conocimientos teóricos como base.
 - Antes de comprometerse en algún curso, es recomendable y cuesta poco tomar un bautismo de vuelo.
 - El primer vuelo tiene más de toma de contacto y observación por el alumno que de instrucción formal.
 - Es bueno que el alumno comience a acostumbrarse a las sensaciones en un medio nuevo para él.
 - Comience a sentirse relajado y a gusto, disfrute del vuelo, aprenda que el avión se controla mediante movimientos cortos y suaves.
 - No dude en preguntar, pero sea paciente. Todas las enseñanzas son graduales y cada nuevo conocimiento se comprende mejor apoyándose en lo aprendido anteriormente.
 - Sobre todo, prepárese para desarrollar unos buenos hábitos de pilotaje que pasen a ser como una segunda naturaleza.
 - El instructor no lo ve todo, por lo que el alumno debe ayudar a observar si hay otros aviones en el área de maniobras que pueden suponer riesgo de colisión.
 - Desde este momento, debe quedar claro como se produce la transferencia de control del avión, mediante una frase concisa dicha en tono alto y claro, por ejemplo "mío el avión".
-

PREVUELO

4.2 CARGA Y CENTRADO DEL AVION (I).

De las cuatro fuerzas fundamentales que actúan sobre un avión ([ver 1.3](#)), hemos visto con cierto detalle a lo largo de los capítulos anteriores, distintos aspectos que afectan principalmente a tres de ellas: sustentación, resistencia, y empuje o tracción, quedando por detallar con un poco más de profundidad la restante: el peso.

Esta fuerza no tiene menor importancia que las otras ni mucho menos, de hecho si no existiera los aeroplanos no tendrían razón de ser; es más, el peso es uno de los mayores problemas a resolver a la hora de diseñar un aeroplano. A lo largo de este capítulo y el siguiente se abordan los dos aspectos fundamentales del peso en relación con el vuelo: su cantidad y la distribución del mismo en el aeroplano.

4.2.1 Control del peso.

Retomando algunos conceptos conocidos, el peso es la fuerza de atracción gravitatoria ejercida de forma perpendicular a la superficie de la tierra (más exactamente al centro de la tierra), con un sentido hacia abajo y con una intensidad proporcional a la masa del cuerpo sobre el cual se ejerce. Esta fuerza gravitatoria atrae continuamente al avión hacia la tierra, por lo cual ha de ser contrarrestada por la fuerza de sustentación para mantener al avión en vuelo.



Fig.4.2.1 - Peso del avión.

Ahora bien, la cantidad total de sustentación producida por un aeroplano no es infinita, sino que está limitada por el diseño del ala, el ángulo de ataque, la velocidad y la densidad del aire. Si la sustentación tiene un límite, es lógico deducir que el peso, fuerza opuesta, también debe tenerlo, pues en caso contrario la sustentación podría ser insuficiente para contrarrestar el peso y mantener al aparato en vuelo.

Por otra parte, un avión se diseña en función del uso al cual está destinado, carga, deportivo, fumigación, militar, transporte de pasajeros, etc.. No hay más que mirar las diferencias entre un caza y un avión comercial. Cada diseño específico, supone pues tener en cuenta una serie de factores, fruto de lo cual se establecerá el mejor compromiso entre los componentes del aeroplano. Pues bien, un factor fundamental a tener en cuenta es el peso, pues aunque los constructores tratan de hacer los aeroplanos lo más ligeros posible, sin sacrificar seguridad ni robustez, el peso supone una limitación por su influencia sobre:

- Los elementos estructurales que deben soportar dicho peso, principalmente las alas.
- El rendimiento y capacidad de maniobra del avión, que está en función del peso del mismo.
- La estabilidad o inestabilidad del aeroplano.
- La cantidad de sustentación a generar, que como sabemos es limitada.

Por todas estas razones, el fabricante limita la capacidad máxima de carga y la distribución de la misma en el aeroplano, siendo responsabilidad del piloto al mando de cualquier avión, comprobar que la carga del mismo es acorde con las especificaciones dadas por el constructor. Para realizar dicha comprobación, el piloto debe asegurarse, que el peso está por debajo del límite máximo y que el Centro de Gravedad está dentro del rango de límites especificados.

4.2.2 Efectos del sobrepeso.

El piloto de un avión debe ser plenamente consciente de las consecuencias que un exceso de peso puede acarrear sobre su persona y sobre el aparato. Cada avión tiene unos límites que si se sobrepasan resultan en un rendimiento sensiblemente inferior al que tendría en condiciones normales, pudiendo incluso dar lugar a un desastre. El primer aviso de este pobre rendimiento debido al sobrepeso suele darse durante el despegue, que no es desde luego el mejor momento para que el piloto y el avión se encuentren con problemas.

Algunas de las deficiencias de rendimiento más importantes producidas en un avión sobrecargado son:

- Se necesita mayor velocidad de despegue.
- La carrera de despegue se hace mas larga y se necesita por tanto más longitud de pista.
- La tasa de ascenso se reduce y puede ser comprometido salvar obstáculos.
- El techo máximo de operación del avión es más bajo.
- La distancia máxima alcanzable es más corta.
- La velocidad de crucero es menor.
- La capacidad de maniobra del avión se empobrece.
- Posibilidad de daños estructurales volando en áreas turbulentas.
- La entrada en pérdida del avión se produce con una velocidad mayor que en condiciones normales.
- La velocidad de planeo y aterrizaje se incrementa.
- Se necesita más longitud de pista en el aterrizaje.
- El esfuerzo sobre el tren de aterrizaje es mayor.
- La capacidad de frenada se reduce.
- etc...

Es muy importante resaltar que aunque los constructores dejan unos márgenes de seguridad, los límites dados por los mismos deben respetarse escrupulosamente. Pero no caigamos en el error de creer que con no exceder el peso máximo es suficiente, pues hay otros factores que afectan al [rendimiento](#) del avión (día caluroso y húmedo, pista cuesta arriba, aeródromo a mucha altitud, etc...) que rebajan los límites de seguridad y que combinados con un exceso de peso pueden hacer del vuelo algo impredecible. Es obligación del piloto conocer y reducir los factores que afectan al rendimiento del avión, y aunque obviamente no puede reducir la altura del aeródromo o cambiar las condiciones climatológicas, si puede reducir el peso transportado, el número de pasajeros o la cantidad de combustible repostado, y en último caso desistir de realizar el vuelo.

Para simplificar los cálculos derivados del peso del avión, los constructores de aviones ligeros suelen incluir entre otros en el Manual de Vuelo, ejemplos de cartas de carga, gráficos precalculados, etc... que en general son adecuados y suficientes para un uso general por los pilotos privados, aunque no obstante y puesto que es su responsabilidad, el piloto debe conocer los principios básicos de estos cálculos y aplicarlos por si mismo llegado el caso ([capítulo 4.4](#)).

En la imagen 4.2.2 se muestra como ejemplo un gráfico obtenido de un Manual de Vuelo de un avión determinado, el cual especifica la velocidad de pérdida en función del peso bruto total, y según la extensión de flaps.

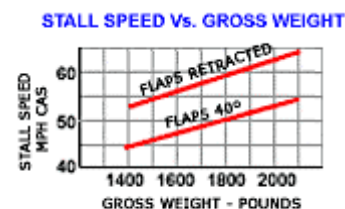


Fig.4.2.2 - Ejemplo de gráfico.

4.2.3 Limitaciones de peso.

Para mantener el rendimiento y las características de vuelo para las cuales ha sido diseñado el aeroplano, este debe volar siempre con el peso y la posición del Centro de Gravedad dentro de los límites dictados por el fabricante. A continuación se detalla la nomenclatura de los pesos máximos que suelen especificarse en los Manuales de Vuelo, dejando para el capítulo próximo lo relativo a la posición del Centro de Gravedad.

Peso máximo de despegue. En ingles Maximum Takeoff Weight (MTOW), es el peso máximo aprobado para el aeroplano al comienzo de la carrera de despegue, peso que no debe nunca excederse. Este dato es un límite no una garantía, así que a la hora de evaluar el despegue han de tenerse en cuenta otros factores que pueden influir en el mismo y obligarnos quizá a disminuir el peso del avión. Salvo que la situación sea muy clara, conviene consultar en las tablas del Manual de Vuelo el peso máximo y la longitud de pista necesaria para el despegue en las condiciones actuales. Si es necesario, habrá que disminuir el peso del avión y si no queda mas remedio suspender el vuelo.

Peso máximo de aterrizaje. En ingles Maximum Landing Weight (MLW), es el peso máximo aprobado que puede tener el avión a la hora de aterrizar. Este límite depende principalmente de la resistencia estructural del tren de aterrizaje. Además de contar con la limitación al peso del avión para aterrizar, debemos contar como siempre con otros factores que influyen en la toma. En aviones ligeros no es frecuente, pero en caso de aviones pesados, debe tenerse en cuenta además las características de la pista en cuanto a peso que soporta, dato que se incluye en las cartas de aproximación.

Peso máximo sin gasolina. En ingles Maximum Zero Fuel Weight (MZFW), es el peso máximo aprobado para el avión descontado el combustible. La razón de este límite viene dada por el efecto de contrapeso que ejerce el combustible en los depósitos del ala a las cargas impuestas sobre las mismas por ráfagas o turbulencias. Con este límite se reduce la posibilidad de un fallo estructural en las alas.

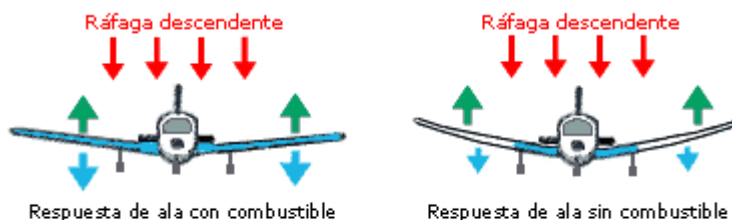


Fig.4.2.3 - Respuesta del ala a una ráfaga en avión con sobrepeso.

Mientras que el cálculo del peso en aviones comerciales se realiza atendiendo a cifras medias, dada la imposibilidad de pesar por ejemplo el pasaje, en aviones ligeros el computo debe realizarse en base a los pesos reales. El peso máximo permitido nunca puede excederse; si por algún medio se carga combustible adicional, el peso en exceso debe ser balanceado minorando el peso del pasaje o del equipaje.

Sumario:

- Los aviones se diseñan con el propósito de obtener un rendimiento determinado, dentro de unos límites de peso en cuanto a cantidad y distribución del mismo dentro del aeroplano.
- Es responsabilidad del piloto al mando del avión, comprobar que la carga del mismo está dentro de los límites impuestos por el fabricante.
- Un exceso de peso produce un rendimiento del aeroplano por debajo del que tendría dentro de los límites de peso para el cual ha sido diseñado. Este exceso puede dar lugar incluso a un desastre.

- Las deficiencias de rendimiento por sobrepeso puede hacer crítico el despegue de un aeroplano, el despeje de obstáculos, la capacidad de ascenso, o la velocidad de pérdida, entre otras muchas.
 - Es conveniente recordar que las limitaciones dadas por el fabricante son eso mismo, límites, en ningún caso garantías. Por tanto deben tenerse en cuenta otros factores que afectan al rendimiento y capacidad de maniobra del aeroplano.
 - Normalmente, los gráficos y tablas precalculadas que incluye el fabricante en el Manual de Vuelo son suficientes para un uso general en aviación ligera. No obstante, el piloto debe conocer como efectuar los cálculos relativos a peso y su distribución pues es su responsabilidad.
 - Peso máximo al despegue (MTOW) es el peso límite que puede tener un avión al comenzar la carrera de despegue.
 - Peso máximo de aterrizaje (MLW) es el peso máximo que puede tener el avión al tomar tierra, debido a la limitación de resistencia estructural del tren de aterrizaje.
 - Peso máximo sin gasolina, también denominado cero fuel (MZFW), es el peso máximo que puede tener un avión descontado el combustible de las alas. Esta limitación se debe al efecto de contrapeso que ejerce el combustible ubicado en las alas, y persigue limitar el posible daño estructural impuesto a las alas por un excesivo factor de carga.
 - Recordemos de nuevo, un automóvil también tiene límites, pero un buen conductor no solo lo mantiene dentro de esos límites sino que adapta la carga transportada, la velocidad y todos los demás parámetros de conducción al estado de la carretera y a la situación meteorológica (lluvia, nieve, viento, etc...).
-

PREVUELO

4.3 CARGA Y CENTRADO DEL AVION (II).

En el capítulo anterior se ha abordado el control del peso del avión, sus limitaciones, y los efectos que tiene sobre el vuelo rebasar dichos límites, todo ello desde un punto de vista cuantitativo, es decir en cuanto a cantidad de peso del avión, mencionando muy de pasada otro aspecto: su distribución. Aunque es importante observar las limitaciones de peso dadas por el fabricante del aeroplano en cuanto a cantidad, más importante es aún si cabe atenerse a las limitaciones en cuanto a su distribución, dado que el mismo peso según se coloque en uno u otro lugar ejercerá mayor o menor efecto de palanca. Aunque un aeroplano mantenga el peso dentro de los límites, una inadecuada distribución del mismo puede acarrear graves consecuencias, tal como veremos a lo largo de este capítulo.

4.3.1 Centro de Gravedad y Balance.

El Centro de Gravedad (en adelante c.g.) es el punto de un cuerpo en el cual se considera ejercida la fuerza de gravedad que afecta a la masa de dicho cuerpo, es decir, donde se considera ejercido el peso ([ver 1.3.5](#)).

El c.g. es a su vez el centro de balance o centro de equilibrio. Si se colgara al avión por ese punto, este quedaría suspendido en perfecto equilibrio. Asimismo, como el avión es libre de moverse en cualquier dirección, todos sus movimientos los realiza pivotando sobre el c.g.

Como es natural, el c.g. no es necesariamente un punto fijo, sino que su posición, más hacia un lado o hacia otro o más adelante o hacia atrás, está en función de la distribución del peso en el aeroplano. Los límites a esta posición están fijados, para distintos pesos, en el Manual de Vuelo por el constructor.



Fig.4.3.1 - Centro de gravedad y equilibrio.

La importancia de la situación del c.g. viene dada por su carácter determinante en cuanto a la [estabilidad](#) y seguridad del aeroplano. Un avión con su c.g. dentro de los límites tabulados es manejable, responde a los mandos en la forma prevista y vuela por tanto con seguridad, mientras que el desplazamiento del c.g. mas allá de dichos límites puede volverlo inmanejable poniendo a sus ocupantes en grave riesgo. Por esta razón, el piloto tiene la responsabilidad de no exceder el límite de peso y además que el c.g. resultante de la distribución del mismo permanezca dentro de los límites impuestos si no quiere verse envuelto en situaciones muy comprometidas. En la fig.4.3.2 se muestra un avión y los puntos de aplicación de las fuerzas de sustentación y peso (Centro de presiones o sustentación y Centro de gravedad - Ver [capítulo 1.3](#)). Este avión es estable longitudinalmente debido a la disposición adecuada de su peso, tal como se refleja en la balanza de la figura.



Fig.4.3.2 - Fuerzas ejercidas en un avión balanceado.

A efectos de carga y centrado, la localización del c.g. del avión se realiza por su posición relativa respecto a dos ejes del avión: eje lateral (de un extremo a otro de las alas) y eje longitudinal (de la cola al morro), aunque tiene mucha más importancia su desplazamiento a una posición adelantada o retrasada sobre el eje longitudinal que su posición desplazada a la izquierda o la derecha sobre el eje lateral.

4.3.2 Desplazamiento lateral del c.g.

Debido a que el balance lateral es relativamente fácil de controlar, salvo casos muy exagerados lo cual no es habitual, y a que el control longitudinal es mucho más crítico, en los manuales y libros de vuelo no suele hacerse referencia a la posición lateral del c.g. y aunque esta no suele calcularse, es prudente que el piloto conozca sus efectos. Un avión mal balanceado lateralmente, implica mayor actuación sobre el alerón del lado más cargado, incrementa la resistencia, y produce menor eficiencia y rendimiento, lo cual se traduce en mayor gasto de combustible y menor radio de acción. También, la inclinación hacia el lado de mayor peso hace un poco más trabajoso el despegue y el aterrizaje. Para paliar estos efectos, las medidas normalmente recomendadas son muy elementales: tratar de equilibrar los pesos a ambos lados y consumir el combustible de los depósitos en las alas por igual (cambio de depósito de forma regular).

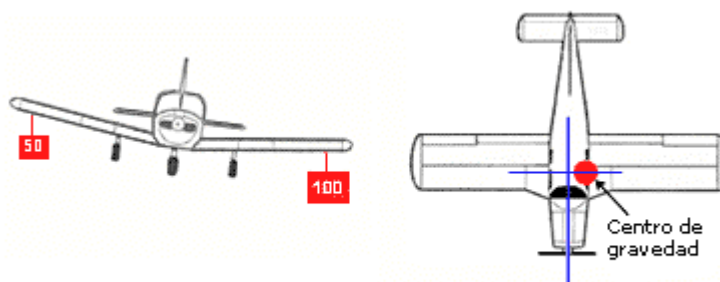


Fig.4.3.3 - Centro de gravedad desplazado lateralmente.

A continuación veamos los efectos de un c.g. excesivamente retrasado o adelantado, para cuya mejor comprensión es conveniente dar un repaso a algunos conceptos ya vistos, principalmente en el apartado [1.6.5](#). Según ese apartado, la estabilidad longitudinal se refiere al movimiento del avión sobre su eje transversal o eje de cabeceo (morro arriba/abajo). Esta estabilidad está principalmente resuelta por el estabilizador horizontal de cola, puesto a propósito en la parte más alejada de las alas para acentuar el efecto de palanca, estabilizador que suele tener menor ángulo de incidencia que las alas (decalaje). Con estos conceptos en mente veamos las consecuencias de un centro de gravedad fuera de límites: excesivamente retrasado o adelantado.

4.3.3 Centro de gravedad retrasado.

Si la carga en el avión (pasaje, equipaje, carga, etc..) está distribuida de forma que el c.g. resulta en una posición por detrás del límite posterior dado por el fabricante, el avión tenderá a caer de cola, y por tanto a elevar el morro (encabritarse). Debido al efecto palanca, esta tendencia se incrementa conforme aumenta el desplazamiento del c.g.

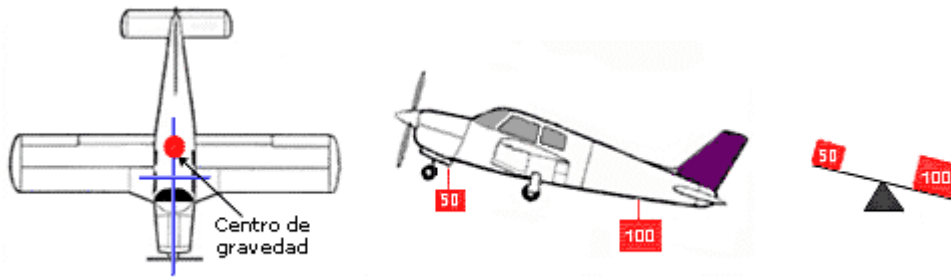


Fig.4.3.4 - Centro de gravedad retrasado = avión pesado de cola.

El centro de gravedad retrasado puede producir los siguientes efectos:

1. En el despegue, el avión tiende a rotar prematuramente y si se le consiente puede suceder que volvamos a la pista bruscamente porque la velocidad sea insuficiente o una pequeña ráfaga nos robe unos nudos.
2. Una vez despegado, el avión intentará ascender, si no se le corrige, con un ángulo de ataque excesivo y por tanto una velocidad menor que la de mejor ascenso o de mejor ángulo de ascenso. Se puede entrar en pérdida.
3. Una vez en el aire, la cola estará volando con un ángulo de ataque superior al normal, puede incluso que con un [decalaje](#) negativo, o sea mayor ángulo de ataque en la cola que en las alas (Fig.4.3.5). Esto obliga al piloto a intervenir sobre los mandos constantemente pues el avión se vuelve inestable y difícil de controlar al no tener ninguna estabilidad longitudinal.
4. La posición de vuelo del avión implica que la misma potencia del motor desarrolla menos velocidad.
5. El anormal ángulo de ataque de la cola incrementa el peligro de pérdida en todas las maniobras, sobre todo si se vuela en aire turbulento. Y si se produce una pérdida nos encontraremos con la peor de las posibles. En una pérdida normal, las alas entran en pérdida pero la cola sigue volando; el morro cae facilitando la recuperación que hace el piloto empujando el volante de control (morro abajo). Pero en este otro tipo de pérdida, la cola está volando con mayor ángulo de ataque que las alas lo cual hace perfectamente posible que la cola entre en pérdida lo primero. El morro en vez de caer ¡sube! lo que garantiza que las alas entren en pérdida *después* que la cola. Mal asunto, tenemos al avión con pérdida en las alas y en la cola. Intentar bajar el morro (levantar la cola) incrementa el ángulo de ataque en la cola lo cual acentúa la pérdida en esta. Muy posiblemente no tardaremos en entrar en una barrena prácticamente irrecuperable.
6. Suponiendo, que es mucho suponer, que hayamos logrado mantener al avión en vuelo, aterrizarlo en estas condiciones requiere habilidad. A la hora de la recogida, o se hace esta muy delicadamente o al tirar de cuernos se corre el riesgo de que la cola se hunda más de lo debido elevando el morro más de la cuenta, y el globo sobre la pista esta servido.



**Fig.4.3.5 - Angulo de ataque excesivo en cola
-decalaje negativo-**

4.3.4 Centro de gravedad adelantado.

La localización del c.g. por delante del límite anterior establecido por el constructor, produce un avión pesado de morro, lo cual significa que el avión tiende a subir la cola y bajar el morro. Para que el avión esté balanceado la cola puede estar volando con un ángulo de ataque negativo. Esta situación puede producir que:

1. Se necesita un gran esfuerzo para levantar el morro y el timón de profundidad solo es efectivo a gran velocidad.
2. En el despegue, el avión necesitará más longitud de pista hasta que el timón de profundidad sea efectivo para levantar el morro del avión.
3. La tendencia a picar del avión puede acentuarse si se extienden flaps.
4. La estabilidad no suele ser problemática. El avión tiene una gran cantidad de decalaje y será muy estable. Salvo en situaciones extremas el avión puede volar normalmente, hasta el momento de aterrizar.
5. Al hacer la recogida del aterrizaje, cuando se tire del volante de control ("cuernos") para elevar el morro, bajando por tanto la cola, el ángulo de ataque de esta se hace tan negativo que puede entrar en pérdida. Pero ojo, un ángulo de ataque negativo significa sustentación negativa, y a medida que la pérdida se incrementa menor sustentación negativa se tiene, o sea que la cola empieza a subir bajando el morro. Se necesita habilidad para aterrizar un avión en estas condiciones.
6. Un pequeño truco que puede ayudar a aterrizar el avión consiste en tener al avión con algo de potencia en la recogida. El aire movido por el motor incidiendo en la cola del avión puede darle algo más de control y retrasar la pérdida en la cola.
7. En caso de realizar motor y al aire, puede hacerse dificultoso levantar el morro del avión.

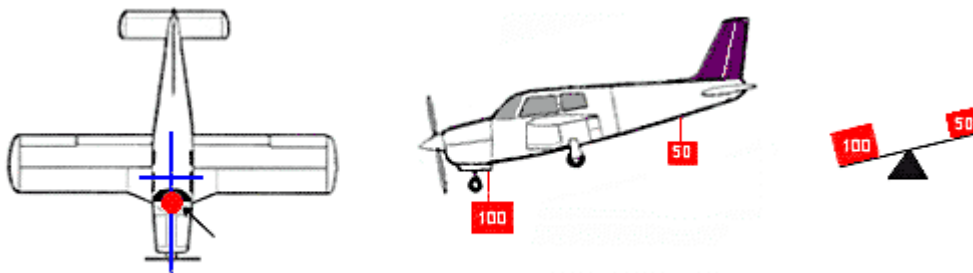


Fig.4.3.6 - Centro de gravedad adelantado = avión pesado de morro.

De las dos situaciones planteadas, c.g. retrasado o adelantado, la peor sin duda es la de un c.g. retrasado, peor incluso que excederse en el peso máximo admitido. No obstante, aun teniendo esto en cuenta, no hay que descuidarse con los límites de peso y balance del avión. Los constructores de aviones ya hacen las suficientes pruebas para poner los límites de peso y posición del c.g. tan amplios como sea posible en función de las características de vuelo para las cuales se ha diseñado el avión. No hay ninguna razón para que ampliemos los márgenes por nuestra cuenta.

El centro de sustentación del aeroplano debe estar siempre muy cerca del centro de gravedad pues en caso contrario el avión no estará en equilibrio.

Sumario:

- Es muy importante respetar las limitaciones de peso en cuanto a cantidad y más aún si cabe en cuanto a su distribución.
- Una inadecuada distribución del peso puede acarrear graves consecuencias incluso aunque la cantidad de peso se mantenga dentro de los límites.
- El Centro de Gravedad es el punto en el cual se considera ejercida la fuerza de gravedad, es decir, donde se considera ejercido el peso.

- Este punto es también el centro de equilibrio y balance alrededor del cual pivota el avión en todos sus movimientos.
 - La posición del c.g. varía lateral y/o longitudinalmente en función de la distribución del peso. Los límites a esta posición están fijados por el constructor.
 - La importancia de la situación del c.g. proviene de su influencia en la estabilidad y seguridad del aeroplano. Si la situación del c.g. está fuera de los límites impuestos el avión puede ser inmanejable e incontrolable, poniendo al aparato y sus ocupantes en una situación de grave riesgo.
 - A efectos de carga y centrado, la localización del c.g. del avión se realiza por su posición relativa respecto a los ejes lateral y longitudinal del avión. Por su mayor importancia, la mayoría de los manuales solo hacen referencia a la posición del c.g. respecto al eje longitudinal (c.g. retrasado o adelantado).
 - Aunque no es crítico, un avión mal balanceado lateralmente supone mayor trabajo para el alerón del lado más cargado, incrementa la resistencia, produce menor eficiencia y rendimiento y hace más trabajoso el despegue y el aterrizaje.
 - Para paliar los efectos anteriores, simplemente se recomienda tratar de equilibrar el peso a ambos lados y consumir el combustible de los depósitos en las alas por igual (cambio de depósito de forma regular).
 - Una posición del c.g. por detrás del límite posterior dado hace al avión pesado de cola. Además, debido al efecto palanca esta tendencia se incrementa conforme aumenta el desplazamiento del c.g. El centro de gravedad retrasado puede producir: tendencia a rotar prematuramente en el despegue; dificultad para mantener el mejor ángulo o la mejor velocidad de ascenso; al volar la cola con mayor ángulo de ataque que las alas el avión se hace inestable y difícil de controlar; no hay respuesta de amortiguamiento a las ráfagas verticales; se incrementa el peligro de pérdida en cualquier maniobra, muy complicada de recuperar al entrar en pérdida la cola antes que las alas; a la hora de aterrizar, la tendencia a hundirse de la cola requiere una gran habilidad en la recogida.
 - Si el c.g. está localizado por delante del límite dado, el avión se vuelve pesado de morro pudiendo dar lugar a: la necesidad de ejercer un gran esfuerzo para levantar el morro; el timón de profundidad solo es efectivo a gran velocidad; se necesita mayor longitud de pista en despegue; la tendencia a picar del avión se incrementa con la extensión de flaps; la recogida en el aterrizaje puede poner la cola volando con ángulo de ataque negativo y que esta entre en pérdida; frustrar el aterrizaje y hacer motor y al aire puede hacerse complicado.
 - El c.g. retrasado presenta mayores dificultades al vuelo que una posición adelantada. En cualquier caso, es obligación del piloto mantener el c.g. dentro de los límites impuestos por el constructor.
-

PREVUELO

4.4 CALCULOS DE CARGA Y CENTRADO.

Una vez visto en los capítulos anteriores las razones por las cuales un aeroplano debe tener su carga y centro de gravedad dentro de los límites estipulados, veamos como se realizan los cálculos para realizar tal comprobación. Estos cálculos son muy sencillos, pues únicamente se trata de conocer el peso total del avión, agregando a su peso en vacío los pesos parciales de lo que transporta, y el total de fuerza de palanca ejercida, en función del peso de cada elemento a transportar y su distancia a una referencia dada.

4.4.1 Definiciones y términos.

Para realizar el cálculo de comprobación de carga y centrado es necesario en primer lugar familiarizarse con los términos y definiciones comúnmente empleados a este efecto. Aunque se procura utilizar la terminología más extendida en la jerga aeronáutica, puede ocurrir que en algunos manuales de vuelo, libros, etc.. se utilicen términos algo distintos aunque equivalentes.

Peso en vacío (Empty Weight). Es el peso del aeroplano incluyendo el equipamiento fijo de fábrica, el combustible no utilizable (que queda en los conductos tras agotarlo), y la cantidad de aceite y líquido hidráulico máximos para tener al avión totalmente operativo. A veces, se considera que el peso del aceite y del líquido hidráulico no forman parte del peso en vacío. Esto es irrelevante, pues a la hora de hacer el cálculo incluiremos estos pesos o no dependiendo de si el fabricante los ha incluido u omitido en el peso en vacío dado. En ocasiones se distingue entre peso estándar (Standard Empty Weight) que es el detallado anteriormente y peso básico (Basic Empty Weight) que es el estándar mas el peso del equipamiento opcional (otros equipos de comunicaciones, navegación, etc...).

Datum (Datum o Reference Datum). Es el plano vertical imaginario a partir del cual se miden todas las distancias a efectos de balance y determinación del centro de gravedad. La localización de esta referencia la establece el fabricante.

Brazo (Arm). Es la distancia horizontal existente desde el datum hasta un elemento (tripulante, pasaje, equipaje, etc..).

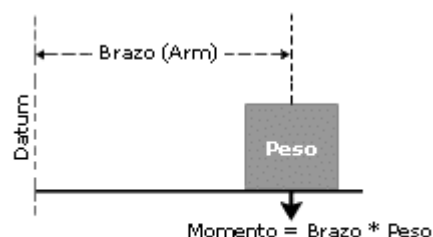


Fig.4.4.1 - Momento, Brazo y Datum.

Brazo del C.G. (C.G.Arm). Distancia horizontal desde el datum hasta el centro de gravedad.

Momento (Moment). Denominación simplificada para describir la fuerza de palanca que ejerce una fuerza o peso. En este caso, es el producto del peso de un elemento por su brazo.

Límites del C.G. (C.G. Limits). Establecen los límites a la posición del C.G. dentro de los cuales un avión con un peso determinado puede volar con seguridad. Se suelen expresar en pulgadas contando a partir del datum.

Hay más términos y definiciones, pero con los aquí reseñados es suficiente para realizar los cálculos de carga y centrado.

En el momento de certificar un avión, el fabricante debe proveer un registro en el cual conste el peso básico, la localización del c.g. y los límites de este. Si se realizan modificaciones en el avión, existe la obligación de registrar el nuevo peso y localización del c.g.

En la fig.4.4.2 se muestra un ejemplo de información proporcionada por el fabricante, en la cual se muestra la localización del datum, los pesos máximo y estándar, y los límites del C.G. dependiendo del peso del avión. Como la mayoría de aviones ligeros son de fabricación estadounidense, las unidades de medida suelen ser pulgadas para longitudes (brazo) y libras para el peso. Naturalmente, los momentos reflejan libras-pulgadas.

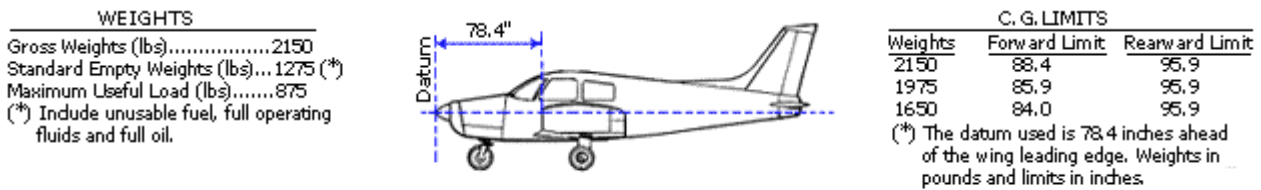


Fig.4.4.2 - Ejemplo de datos de carga dados por el fabricante.

4.4.2 Cálculos básicos de Peso y Balance.

Antes de proceder al cálculo, tanto del peso como de la localización del c.g., primero debemos conocer cual es el peso individual de cada uno de los elementos que transportará el aeroplano (tripulación, pasaje, equipaje, combustible, etc..) y la situación de cada uno de ellos en el avión. Obviamente, también debemos saber cual es el peso del avión en vacío y el brazo (c.g.arm) correspondiente. Seguidamente, realizamos los cálculos mediante alguno de los procedimientos reseñados a continuación, y por último, chequeamos los resultados con los límites dados. En caso afirmativo podemos salir a volar con el avión estable y seguro, en caso contrario debemos aligerar peso y/o redistribuirlo.

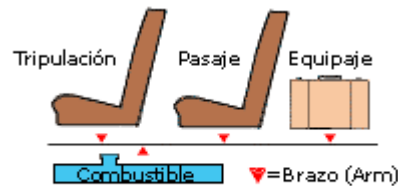


Fig.4.4.3 - Pesos y situación para cálculos.

La gran mayoría de los manuales de vuelo de aviones ligeros, incluyen gráficos y tablas de ayuda para estos cálculos. Veamos primero la matemática (es muy sencilla) del cálculo y pasemos después a apoyarnos en estos gráficos y/o tablas.

1. Basándose en una tabla similar a la mostrada a continuación como ejemplo, anotamos en la primera columna los pesos de cada uno de los elementos. En la primera línea, del avión en vacío, en la segunda del piloto y el copiloto o pasajero en asiento delantero, en la tercera del pasaje en asientos traseros, en la cuarta combustible...
2. En la segunda columna anotamos la distancia de los elementos (arm) al datum.
3. En la tercera anotamos el momento de cada fila, multiplicando el peso (col.1) por el brazo (col.2).
4. Sumamos la primera columna (peso total) y la tercera (momento total).
5. Dividiendo el momento total de la columna tercera por el peso total de la columna primera, resulta el brazo (arm) del centro de gravedad con este peso y esta distribución, es decir obtenemos la posición del c.g. desde el datum. Lo anotamos en la fila de totales, en la columna 2.
6. Ahora, solo resta chequear que el peso total (columna 1) y la posición del c.g. (columna 2) están dentro de los límites aprobados.

	Weight (Lbs.)	Arm Aft Datum (Inches)	Moment (Lbs-Inc.)
Basic Empty Weight	1169	73.2	85570
Pilot and Passenger	340	85.5	29070
Fuel (30 Gallon Maximum)	61	75.4	4599
Baggage (100 Lbs.Maximum)	100	115.0	11500
TOTAL LOADED AIRPLANE	1670	78.3	130739

Notas:

Los datos de este ejemplo no tienen relación con los dados para el avión ejemplo de la fig.4.4.2.

El Basic Empty Weight y su Arm están dados por el constructor en el Manual de Vuelo. El peso de piloto y pasajero del ejemplo, supone que ambos van sentados en los asientos delanteros. El peso estándar del combustible es de 6 libras por galón.

Habitualmente, para simplificar los cálculos los constructores establecen el datum de forma que los números calculados siempre son positivos. Pero puede suceder que en algún caso no sea así y entonces obtengamos algún valor (momento) negativo. Resulta obvio que estos valores restan.

El peso total del aeroplano del ejemplo es de 1670 libras y su Centro de Gravedad estaría situado 78.3 pulgadas a contar desde el datum ($130739/1670=78.3$). Comprobamos si están dentro de los límites dados por el constructor; si esto no sucediera, debemos reajustar la carga y/o su balance para dejarlos dentro de límites.

4.4.3 Cálculos basados en gráficos.

El procedimiento de cálculo con ayuda de los gráficos proporcionados por el fabricante es similar al anterior, pero evita tener que medir el brazo (arm) y el momento de cada elemento. El procedimiento de cálculo es como sigue:

1. Como en el cálculo anterior, obtenga y sume los pesos de todos los elementos. Esto nos da el peso total que debemos comprobar si está en límites.
2. Use el gráfico de carga para determinar el momento de todos y cada uno de los elementos transportados en el aeroplano (la intersección del peso en el eje Y con la línea transversal correspondiente al elemento se proyecta sobre el eje X, en el gráfico de la izquierda de la fig.4.4.4).
3. Sume todos los momentos obtenidos al momento del peso en vacío especificado por el fabricante.
4. Divida el momento total (3) por el peso total (2). El resultado es la situación del c.g. desde el datum.
5. Localice en el gráfico de la derecha de la fig.4.4.4 el punto de intersección del peso total (eje Y) con el resultado obtenido en el punto 4 (eje X). Si está dentro del contorno marcado en rojo, el avión tiene el c.g. actual dentro de límites.

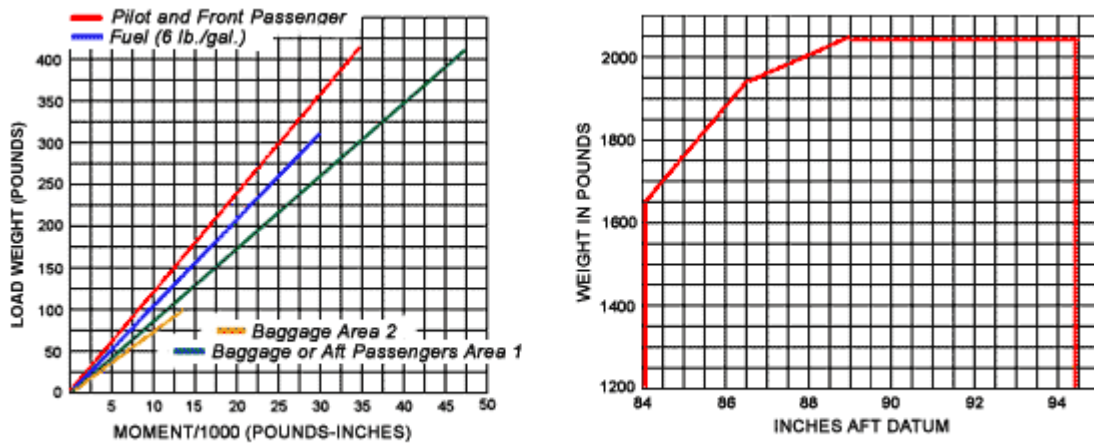


Fig.4.4.4 - Ejemplo de gráficos para cálculo de carga y centrado.

P.ejemplo: Si un piloto más un pasajero en el asiento delantero pesan 340 libras, se busca la intersección de la línea correspondiente (roja en la figura) con el peso 340 en el eje Y, obteniendo un momento aproximado de 28500. El mismo procedimiento se sigue para el combustible, pasaje o equipaje en asiento traseros, y/o equipaje en el área posterior. Con los datos del ejemplo anterior de cálculo básico, el avión con 1670 libras de peso y el c.g. 78,3" desde el datum, estaría fuera del contorno del gráfico de la derecha de la fig.4.4.4, o sea que estaría fuera de límites. No trate de buscar relaciones entre los números, solo son ejemplos.

4.4.4 Cálculos basados en tablas.

En algunos casos, el fabricante proporciona unas tablas en la cuales están tabulados los pesos y los momentos máximos y mínimos para cada peso en particular. En este caso el modo de cálculo es obvio: se deben obtener el peso y el momento total sumando los pesos y momentos parciales obtenidos mediante cualquiera de los métodos antes detallados. Con estos totales, se chequea que en la tabla dada el peso total está tabulado (no está fuera de la misma) y que el momento total resultante está comprendido entre el máximo y el mínimo especificados para dicho peso.

Peso total	Momento mínimo x 100	Momento máximo x 100
2000	1540	1734
2010	1548	1743
2020	1555	1751
2030	1563	1760
2040	1571	1769

Sumario:

- Los cálculos de carga y centrado pretenden determinar de una forma sencilla el peso total del avión y el total de fuerza de palanca que ejerce cada elemento a transportar.
- Peso en vacío es el peso del aeroplano incluyendo el equipamiento fijo de fábrica, el combustible no utilizable y la cantidad de aceite y líquido hidráulico máximos para tener al avión totalmente operativo, aunque a veces no se incluye el peso del aceite y el líquido hidráulico.
- Datum es el plano vertical imaginario establecido por el fabricante, a partir del cual se miden todas las distancias a efectos de balance y determinación del centro de gravedad.
- Brazo (arm) es la distancia horizontal existente desde el datum hasta un elemento. Cuando se refiere al c.g. se denomina brazo del c.g. (c.g.arm).
- El producto del peso de un elemento por su brazo o distancia al datum, se denomina momento.

- Los límites al Centro de Gravedad expresan el rango de localizaciones, contando a partir del datum, dentro de los cuales el avión vuela estable y seguro.
 - El peso total del avión se obtiene sumando al peso en vacío los pesos parciales a transportar.
 - La situación del centro de gravedad (c.g.arm), se obtiene dividiendo la suma de los momentos parciales por el peso total del avión.
 - Algunos manuales incorporan tablas y gráficos para simplificar los cálculos.
 - Las unidades empleadas suelen ser en su mayoría libras para los pesos y pulgadas para las distancias.
 - En general, se considera un estándar de 170 libras de peso para una persona de constitución normal.
 - El combustible tiene un peso estandarizado de 6 libras por galón USA.
-

PREVUELO

4.5 RENDIMIENTO (PERFORMANCE).

Se denomina rendimiento (performance) al conjunto de capacidades ofrecidas por un avión de acuerdo con el objetivo primordial para el cual ha sido diseñado.

Aunque este conjunto de capacidades varía de un avión a otro según el objetivo de operación para el cual se haya diseñado (carga, transporte, deportivo, etc...) e incluso dentro de la misma línea de operación (p.ejemplo transporte a corta o larga distancia), existen una serie de factores que afectan de forma general al rendimiento de cualquier aeroplano, con independencia de su diseño y objetivo de operación. Este capítulo trata de estos factores, enfocándolos específicamente a su incidencia en aviones ligeros con motor de pistón.

Antes de nada, es primordial conocer con certeza en que [categoría](#) ha sido certificado el aeroplano (Normal, Utility, Acrobatic). Nunca debemos pretender obtener del aparato un comportamiento y unas capacidades para el cual no ha sido preparado. En el manual de operación de cada avión se especifican las limitaciones según su certificación (P.ejemplo: Normal Category - All acrobatic maenuvers including spins prohibited).

4.5.1 Efecto de la densidad.

La densidad del aire, es quizá el factor simple más importante que afecta al rendimiento del avión, pues influye en la sustentación, la resistencia, el rendimiento del motor y la eficiencia de la hélice. Volviendo al [capítulo 1.1](#), recordemos que cuanto mayor es la temperatura menor es la densidad; que a menor presión menor densidad, y que a mayor altura le corresponde una menor densidad.

Sobre la sustentación y la resistencia. La densidad (**d**) es un factor que interviene en las fórmulas tanto de la sustentación como de la resistencia ([ver 1.3](#)). De ambas, se infiere fácilmente que a mayor densidad mayor sustentación, mayor resistencia, y viceversa. Conclusión: cuanto mayor sea la altura de vuelo menor será la densidad y por tanto menor la sustentación y la resistencia al avance.

Sobre el motor y la hélice. El motor produce potencia en función del peso del aire que entra en los cilindros. Para un mismo régimen, el volumen de aire que entra es el mismo, pero el peso varía con la densidad: a mayor densidad mayor peso y viceversa. Esta variación de la densidad tiene dos efectos: por un lado el rendimiento del motor es menor cuanto menor sea la densidad, pero por otro, la cantidad de combustible a mezclar debe ser menor para mantener la proporción adecuada de la mezcla ([Ver 3.7](#)). Estos efectos no tienen incidencia en motores turboalimentados.

En cuanto a la hélice, esta produce empuje o tracción en función de la masa de aire acelerada por las palas de la misma. Está claro que la hélice es menos eficiente con una densidad baja del aire que con una densidad alta. A la vista de los efectos anteriormente mencionados, podemos concluir que:

- Más temperatura, menos presión, más altura suponen menos densidad.
Menor densidad --> menor rendimiento.
- Menos temperatura, más presión, menos altura implican mayor densidad.
Mayor densidad --> mayor rendimiento.

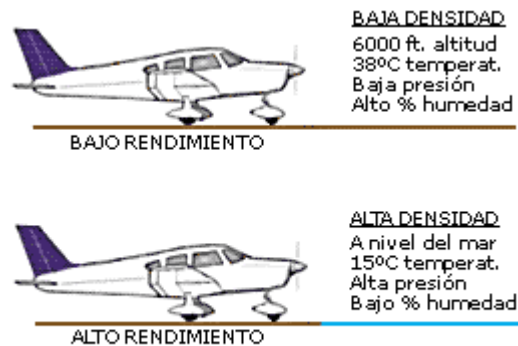


Fig.4.5.1 - Rendimiento según la densidad.

Una vez que conocemos los efectos que la variación de la densidad tiene sobre el rendimiento del avión, se nos pueden ocurrir varias preguntas: ¿hay algún indicador o instrumento a bordo que nos diga la densidad? ¿si no lo hay cómo se calcula? ¿cómo se deduce el rendimiento del avión a partir de una densidad dada?.

Vamos con las respuestas. No hay indicador o instrumento a bordo que indique *directamente* la densidad, pero los manuales de operación suelen incluir unas tablas tabuladas, en las cuales se obtiene la densidad en base a la temperatura y la presión ([fig.4.5.1](#)). Pero además, en general no es necesario conocer *explícitamente* la densidad, pues los manuales de operación incluyen una serie de tablas de rendimiento, específicas para ese aeroplano, en función de la *temperatura* y la *presión* de altitud. En definitiva, conociendo la altitud de presión y la temperatura exterior, basta con consultar la tabla tabulada correspondiente para conocer el rendimiento esperado del aeroplano.

Hay que tener en cuenta que la información dada por el fabricante en las tablas de rendimiento, se obtiene mediante pruebas de vuelo efectuadas en condiciones normales de operación, hechas por pilotos con una notable experiencia y con el aeroplano en buenas condiciones. Es prudente pues, contar con un rendimiento ligeramente inferior y prever un ligero margen de seguridad.

4.5.2 Altitud de presión y de densidad.

En algunos libros y manuales, cuando se habla de rendimiento se suele recurrir a dos conceptos que en ocasiones producen confusión en los alumnos pilotos: altitud de presión y altitud de densidad (ver [2.3.6](#)).

En condiciones estándar, a cada altitud concreta le corresponde una presión determinada; si ponemos ambos valores en dos columnas, podemos determinar la altitud a partir de la presión y viceversa. Este es el principio de funcionamiento del [altímetro](#). Lo mismo sucede con la densidad; en condiciones estándar a cada altitud le corresponde una densidad y viceversa; de ahí el nombre altitud de densidad. En esta relación biunívoca, la altitud de presión por tanto, no es ni más ni menos que la altitud que corresponde a una presión concreta en condiciones estándar, y esa misma altitud corregida por las desviaciones de temperatura respecto a la estándar recibe el nombre de altitud de densidad.

La altitud de densidad NO es un nivel de vuelo, es una "condición", por lo que es importante recordar que la altitud *indicada* por el altímetro, calado habitualmente con el QNH o el QNE, es siempre nuestra referencia de altura en lo que respecta al vuelo. No nos confundamos, hay distintas denominaciones para distintos conceptos de altitud, debemos conocerlas, comprender su significado y para que sirven, pero nuestra referencia sobre la altura de vuelo del avión es la indicada por el altímetro. Resumiendo: el nivel de vuelo viene dado por el altímetro (altitud de presión) y la altitud de densidad se utiliza para determinar el rendimiento del avión.

El objetivo de una tabla consiste en mostrar el resultado de una consulta basada en valores conocidos. Y aunque no tenemos a bordo instrumentos que midan la densidad, tenemos uno que indica la presión (altímetro) traducida en altura y otro que mide la temperatura (OAT - Outside Air Temperature). Lo más lógico por tanto es construir las tablas en base a valores de presión traducidos en altura, y valores de temperatura, teniendo como referencia la atmósfera estándar.

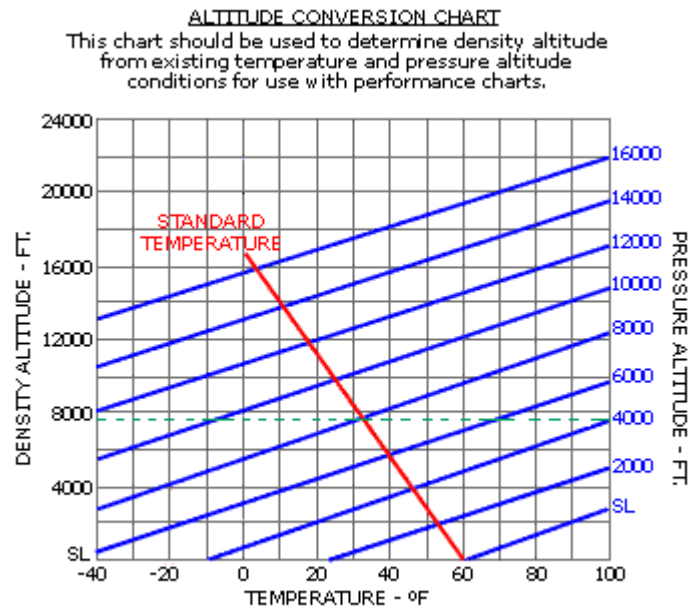


Fig.4.5.2 - Gráfico de conversión de altitud.

En la fig.4.5.2 se muestra un gráfico de conversión de altitud de presión a altitud de densidad. Si por ejemplo nos encontramos en un aeródromo con una altitud de presión que corresponda a 4000 pies (p.ejemplo pudiera ser Robledillo de Mohernando - Guadalajara) y la temperatura exterior es de 38°C, que equivale a 100°F, nuestra altitud de densidad es de cerca de 8000 pies, o sea que el rendimiento del avión es como si despegáramos de un aeródromo situado a casi 8000 pies. La intersección de la línea azul de 4000 pies de altitud de presión, con la línea vertical de 100°F, casi toca la línea horizontal correspondiente a 8000 pies de altitud de densidad (línea verde discontinua).

4.5.3 Otros factores.

Humedad. Debido a la evaporación, la atmósfera siempre contiene alguna parte de moléculas de agua en forma de vapor, las cuales ocupan el lugar de las moléculas de aire seco. Debido a la menor densidad del vapor de agua respecto al aire seco, un determinado volumen de aire húmedo pesa menos (es menos denso) que el mismo volumen de aire seco. Aunque en las tablas de rendimiento para aviones ligeros no suele considerarse la humedad, conviene tener en cuenta que con un alto porcentaje de humedad en la atmósfera el rendimiento del avión disminuye.

Viento. El efecto del viento en superficie tiene, en cierto sentido, un efecto contrario al mismo viento durante el vuelo. En el despegue o aterrizaje el viento en cara es positivo: hace mas corta la carrera de despegue o aterrizaje; incrementa el ángulo de ascenso y la senda de descenso; posibilita una mejor liberación de obstáculos; etc... Por el contrario, el viento en cola para estas dos operaciones es negativo; salvo casos de fuerza mayor, nunca debe realizarse un despegue o aterrizaje con viento en cola.

Sin embargo, en vuelo de crucero el viento en cara incrementa la resistencia al avance y por tanto el consumo de combustible, mientras que el viento en cola incrementa la velocidad respecto al suelo permitiéndonos llegar antes a nuestro destino. Para un mismo gasto de combustible el radio de acción con el viento en cara es menor que con el viento en cola.

Estado de la pista. En las operaciones de despegue y aterrizaje, el estado de la pista y su gradiente (cuesta arriba o cuesta abajo) puede tener una gran influencia. Una pista de hierba, tierra o grava, mojada, etc.. produce mayor resistencia al movimiento del avión que una pista asfaltada y seca. Esto implica una carrera de despegue más larga y por tanto la necesidad de una mayor longitud de pista para despegar.

Naturalmente, una pista cuesta arriba alarga la carrera de despegue y acorta la de aterrizaje. De la misma manera una pista cuesta abajo acorta la carrera de despegue y alarga la de aterrizaje.

Peso. Ya sabemos, por capítulos anteriores, que el peso y su distribución tienen unos límites que no se pueden sobrepasar si queremos volar sin riesgos. Pero aun estando el peso y el c.g. dentro de estos límites, es obvio que para levantar y mantener en vuelo un peso mayor se necesita mayor rendimiento del avión que con menos peso. En algunos casos extremos, aeródromo a mucha altitud en un día con temperatura y humedad muy altas, puede suceder que el peso suponga un handicap tal que no sea posible el despegue.

Del análisis de las explicaciones anteriores, pudiera extraerse la conclusión incorrecta de que un piloto debe estar comprobando continuamente el rendimiento del avión, según las tablas, para comprobar si puede o no realizar una determinada maniobra. Esto no es exactamente así. Un piloto juicioso y sensato, es decir un buen piloto, conoce lo que puede y no puede esperar del avión, y en condiciones normales no necesita echar mano de las tablas. Pero ese mismo piloto, reconoce cuando las condiciones son desfavorables y antes de correr un riesgo, aunque sea mínimo, consulta con las tablas, sobre todo en la maniobra que puede volverse más crítica con un bajo rendimiento del avión: el despegue y ascenso posterior. Por su seguridad, sea prudente a la hora de valorar su capacitación como piloto y el rendimiento del avión cuando decide salir a volar, máxime cuando se dan una o más combinaciones de factores desfavorables.

4.5.4 Uso de tablas de rendimiento.

Seguidamente se describen una serie de tablas, cartas o gráficos de rendimiento, entendiéndose claramente que las mismas son para familiarizar al lector con su uso y estudio, insisto: NO SON PARA USO OPERACIONAL.

Los manuales de operación suelen contener tablas de rendimiento de casi todo: longitudes de pista necesarias para el despegue, para el aterrizaje, tasas de ascenso, velocidad de pérdida s/ángulo de alabeo, consumos y distancias recorridas en función del viento y la potencia aplicada, distancias de planeo, vuelo con la mejor economía de combustible, etc... Estas tablas pueden tener dos formatos: un tabulado de columnas sencillo, en el cual basta con buscar un dato en una o más columnas y encontrar su correspondencia, o un formato gráfico con una serie de líneas, cuyas intersecciones muestran valores computados.

TAKEOFF DISTANCE - FLAPS RETRACTED - HARD SURFACE RUNWAY										
GROSS WIGHT LBS.	IAS 50 FT. MPH	HEAD WIND KNOTS	AT SEA LEVEL 15°C		AT 2500 FT. 10°C		AT 5000 FT. 5°C		AT 7500 FT. 0°C	
			GROUND RUN	TOTAL TO CLEAR 50 FT. OBST.	GROUND RUN	TOTAL TO CLEAR 50 FT. OBST.	GROUND RUN	TOTAL TO CLEAR 50 FT. OBST.	GROUND RUN	TOTAL TO CLEAR 50 FT. OBST.
			1620	70	0	730	1385	910	1650	1135
		10	500	1035	630	1250	780	1510	975	1875
		20	300	730	390	890	510	1090	640	1375

Increase the distances 10% por each 15°C increase the temperatura above standard for the particular altitude. For operation on a grass runway increase the distance 7%.

Fig.4.5.3 - Tabla de rendimiento en despegue.

En la fig.4.5.3 tenemos un ejemplo de tabla tabulada sencilla, en este caso de distancia de despegue, la cual se explica casi por si misma. En la cabecera se indica que la maniobra es con flaps retraídos y se realiza sobre una superficie dura y nivelada. Aunque por sencillez solo se incluye una línea para un peso de 1620 libras, lo normal es que haya varias filas con distintos pesos. También, los manuales de vuelo suelen incluir estas tablas con distintos grados de extensión de flaps.

En la segunda columna se indica que en caso de obstáculos, la velocidad al salvar los mismos se asume que es de 70 mph. Dependiendo de la velocidad del viento en cara (head wind knots) y de la altitud y temperatura (p.ejemplo: at sea level 15°C) obtenemos la distancia necesaria para despegar (ground run) o para despegar y además salvar un obstáculo estándar de 50 pies (total to clear 50 ft.obs.).

Una nota al pié de la tabla, indica que las distancias se incrementan en un 10% por cada 15°C de temperatura por encima de la estándar para esa altitud, y en un 7% si la pista es de hierba.

Este tipo de tablas tabuladas tienen una pequeña pega: se necesitan realizar cálculos de interpolación en el caso habitual de que los parámetros (peso, velocidad del viento, altitud, etc...) tengan valores intermedios a los dados en la tabla.

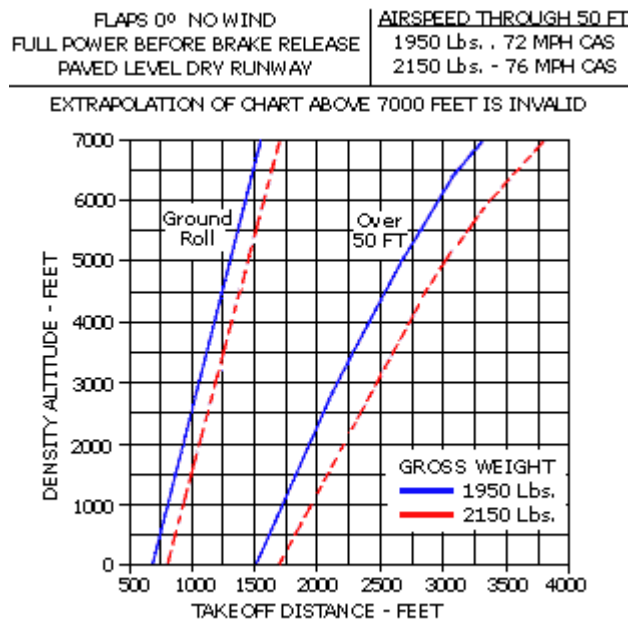


Fig.4.5.4 - Gráfico de rendimiento en despegue.

En la fig.4.5.4 tenemos otra tabla similar a la anterior pero en forma de gráfico. De nuevo, se nos indican las distancias de despegue, con los flaps retraídos (0°), sin viento, aplicando toda la potencia antes de soltar los frenos, sobre una pista seca, dura y nivelada. También se supone que en caso de salvar obstáculos, estos se liberan manteniendo una velocidad que depende del peso del avión.

En la parte izquierda del gráfico se encuentran las curvas de distancia para carrera de despegue, y en la parte derecha para despegue y además salvado de obstáculos. Basta con mirar la intersección de la altitud de densidad con la curva correspondiente para, bajando por la línea vertical, obtener la distancia necesaria.

Por ejemplo: el avión al cual corresponde el gráfico, en las condiciones especificadas en el mismo, con un peso no mayor de 1950 libras necesita 1000 pies de pista para despegar de un aeródromo con una altitud de densidad de 2500 pies.

TAKEOFF PERFORMANCE
 0° FLAP - LIFTOFF SPEED 53 KIAS
 FULL POWER BEFORE BRAKE RELEASE
 PAVED LEVEL DRY RUNWAY

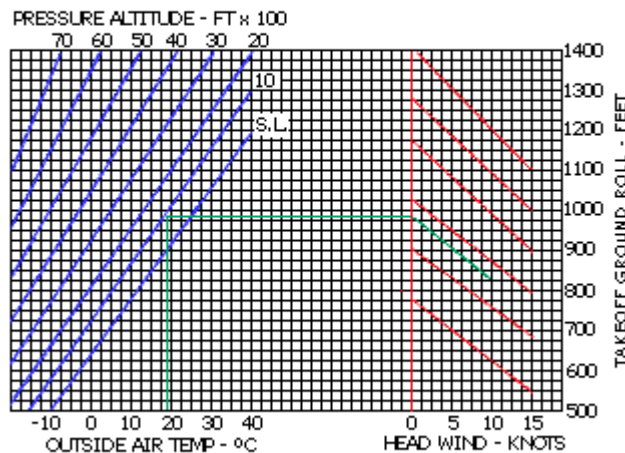


Fig.4.5.5 - Gráfico de rendimiento en despegue.

Por ultimo, la fig.4.5.5 nos muestra un gráfico de despegue más completo pero ligeramente más complejo de interpretar. Las líneas azules representan altitudes de presión en pies. Pues bien, desde la intersección de la presión de altitud y la temperatura exterior, se sigue la horizontal hasta la línea de referencia de viento (vertical roja) y desde aquí la transversal hasta la intersección con la velocidad del viento en cara. Esta última intersección coincidirá con una horizontal que marca la distancia en pies. La línea del ejemplo (verde) muestra que con una temperatura exterior de 18°C, en un aeropuerto con una altitud de presión de 1000 pies y un viento en cara de 10 nudos, la distancia requerida para la carrera de despegue es de 840 pies.

Sumario:

- Rendimiento (performance) es el conjunto de capacidades ofrecidas por un avión conforme al objetivo para el cual ha sido diseñado.
- En ningún caso se debe pretender del aeroplano unos comportamientos y capacidades distintas de su certificación (Normal, Utility, Acrobatic).
- La densidad del aire es el factor simple más importante que afecta al rendimiento del avión.
- El factor densidad influye en la sustentación, la resistencia, el rendimiento del motor y la eficiencia de la hélice.
- La densidad es inversamente proporcional a la temperatura y directamente proporcional a la presión.
- La densidad decrece con la altura.
- A mayor densidad mayor rendimiento y viceversa.
- Altitud de presión es la altitud que corresponde a una presión determinada, en condiciones estándar.
- Altitud de densidad es la altitud de presión corregida por las desviaciones de temperatura respecto a la estándar.
- Otros factores que afectan al rendimiento de la aeronave son: la humedad relativa, la velocidad y sentido del viento, el estado y el gradiente de la pista, y el peso.
- Los manuales de vuelo suelen incluir unas tablas de rendimiento para prácticamente todas las operaciones: despegue, ascenso, crucero, menor consumo de combustible, aterrizaje, mayor radio de acción, etc...
- Estas tablas pueden ser en formato tabulado o bien gráficos con valores precalculados.

- La ventaja de los gráficos sobre las tablas tabuladas es que no necesitan de interpolación para valores intermedios.
-

PREVUELO

4.6 CHEQUEO PREVUELO.

Supuesto que tiene un plan de vuelo y el piloto está preparado (física y mentalmente) para realizarlo, antes de echarse a volar es necesario comprobar que el aeroplano está operativo, es decir someterlo a un chequeo prevuelo (preflight check). El objetivo de esta operación es determinar, desde el punto de vista del piloto, las condiciones de operación del aeroplano, o sea, si este se encuentra en un estado adecuado para realizar un vuelo seguro. Las operaciones a realizar no son muchas ni complicadas, pero todas ellas son importantes; por ejemplo: comprobar el nivel de aceite y rellenar si es necesario puede evitar una parada de motor en vuelo.

La inspección debe ser una tarea rigurosa y sistemática, siguiendo paso a paso todas y cada una de las operaciones detalladas en una lista, la cual suele incluirse en una sección propia en el Manual de Operación del aeroplano. Podemos haber realizado el mismo chequeo cientos de veces y saberlo perfectamente de memoria, pero a pesar de ello debemos seguir siempre la lista. Esta es la única manera de asegurar que no se olvida ninguna operación del chequeo.

Normalmente, las escuelas proporcionan una lista escrita dividida en distintos apartados, cada uno correspondiente a una fase de operación: Preparación de cabina (Entering Cockpit o Cockpit), Revisión exterior (Preflight Check), Antes de arrancar (Before Starting Engine), Arranque (Engine Start), Después de arrancar (After Starting Engine), Rodaje (Taxiing), Prueba de motores (Ground Check), etc... Esta listas son muy escuetas (p.ejemplo: Batería...ON) y no necesitan mucha explicación, por lo que vamos a centrarnos en los detalles que parecen importantes y sobre todo en la revisión "exterior".

La lista de chequeo no lo es todo. Las listas no suelen incluir una serie de tareas previas de suma importancia: cálculo de carga y centrado, estado del tiempo y previsiones meteorológicas a lo largo de la ruta a seguir, distancia para el despegue en las condiciones actuales, cantidad de combustible suficiente, rendimiento previsto del avión para el vuelo en esas condiciones, posibilidad de aterrizaje en aeródromos alternativos, estado físico y emocional de la tripulación, etc... Se supone que el piloto ha planificado sensatamente su vuelo y antes de formalizar el plan de vuelo y subir al avión ha tenido en cuenta todos estos detalles.

Las listas tampoco incluyen obviedades: el vuelo está autorizado, el piloto tiene licencia en vigor para volar ese tipo de aeroplano en las condiciones requeridas (VFR, IFR), el avión cuenta con los seguros pertinentes, etc...

Antes de subirse al avión, si este se encuentra sujeto al suelo por anclajes, bloqueo de ruedas, etc... lo primero que suele hacer el piloto es quitar estos y la funda protectora del tubo de pitot si la hubiera, y guardar en el avión estos elementos. Una vez a bordo, procede a comprobar que la anterior tripulación ha dejado todo en su sitio y el avión "apagado" (palanca de control atrás, mezcla cortada, master OFF, etc.), pasando entonces a efectuar el chequeo denominado Preparación de Cabina.

4.6.1 Preparación de Cabina.

El objetivo de este chequeo como su propio nombre indica es: acomodar la cabina para el vuelo, desbloquear los controles y dispositivos de mando, y comprobar que los indicadores, marcadores, fusibles, funcionan correctamente y están en servicio. Las operaciones más destacadas de esta fase son:



Fig.4.6.1 - Bloqueo de mandos.

- Liberar los mandos de control "cuernos" de cualquier dispositivo de bloqueo que pudieran tener (a veces se bloquean rodeándolos con los cinturones de seguridad) y asegurar que el freno de aparcamiento está puesto. Asegurar asimismo que todos los "trastos" a bordo en la parte trasera del avión están sujetos y no van a estar "bailando" durante el vuelo
- Poner los compensadores (normalmente solo hay uno) en posición de "neutral" y chequear el funcionamiento de los flaps. Estos se suelen dejar total o parcialmente abajo para facilitar su inspección durante el chequeo exterior.
- Con la batería ON y las magnetos OFF, chequear que no hay **fusibles** saltados, la cantidad de combustible que marcan los indicadores, que la bomba de **combustible** y el indicador de presión de este funcionan, que la luz de aviso del alternador está encendida (todavía no lo hemos activado), etc...
- Ajustar las frecuencias de radio, instrumentos de navegación, transponder, etc...

En la fig.4.6.2 vemos un ejemplo de parte de una de estas listas, concretamente la relativa a la preparación de cabina de una Piper Cherokee PA140. Algunas cosas pueden parecer en principio que no tienen sentido pero si lo tienen: en la lista presentada en la figura, seleccionar el depósito menos lleno tiene el propósito de que este sea el que suministre combustible durante el arranque del motor; como después de arrancar se vuelve a cambiar de depósito, esto nos asegura que la prueba de motores y el despegue se realiza alimentando al motor con el depósito mas lleno. La batería se procura que esté ON el tiempo estrictamente necesario para no gastarla innecesariamente.

Naturalmente, aunque hay una buena cantidad de tareas comunes, cada aeroplano tiene su lista propia.

PA28 - PIPER CHEROKEE 140	
PREPARACION DE CABINA	
1. Documentación.....	A bordo
2. C.de Gravedad.....	Entre límites
3. Compensador.....	Neutral
4. Controles.....	Libres
* 5. Freno aparcamiento..	Puesto
6. Calefacc.carburador...	OFF
7. Magnetos.....	OFF (Llave fuera)
8. Altimetro.....	Calado QNH
9. Equipos eléctricos.....	OFF
10. Flaps	Chkd y abajo
* 11. Batería.....	ON
* 12. Breakers	Dentro
* 13. Combustible.....	Chkd cantidad
* 14. Depósito.....	El menos lleno
* 15. Bomba combustible....	Chkd
* 16. Naveg. / Comunic.....	Selecc.frecuencias
* 17. Batería	OFF
En paradas intermedias solo se chequean (*)	

Fig.4.6.2 - Preparación de cabina.

No solo hay chequeos que se realizan en unos acciones pero no en otros sino que la misma tarea se realiza de forma distinta según el avión. Por ejemplo: la preparación de cabina de una Cessna-150 no incluye el chequeo de la bomba de combustible porque carece de ella, o se comprueba tren abajo solo en aviones con tren retráctil.

4.6.2 Inspección exterior.

Consiste en una inspección visual que se realiza "dando una vuelta" alrededor del aeroplano, razón por la cual algunos manuales en inglés se refieren a ella con el nombre de "walk around" (caminar alrededor). Tras realizar la preparación de cabina, el piloto sale por una puerta del avión y camina alrededor, verificando una serie de puntos, para volver a subir por la misma puerta. Este "rodeo" sistemático y no anárquico impide que se quede algún elemento sin verificar.

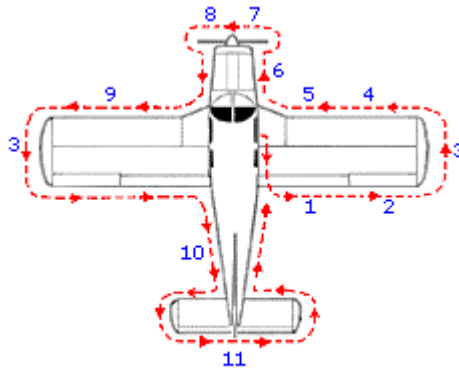


Fig.4.6.3 - Chequeo exterior.

Seguidamente se expone un procedimiento general de chequeo para un avión ligero, bien entendido que en ningún caso pretende sustituir a los procedimientos dados por el fabricante o la escuela de vuelo. Suponiendo que salimos por la puerta derecha vista desde el asiento del piloto, las tareas a realizar, con alguna variación dependiendo del modelo de avión, son las siguientes:

Ala derecha. A medida que se camina alrededor del ala, comprobar que la superficie de la misma y especialmente las superficies de control y el borde de ataque, no tienen daños, grietas o abolladuras. También, que no hay tornillos o remaches sueltos.

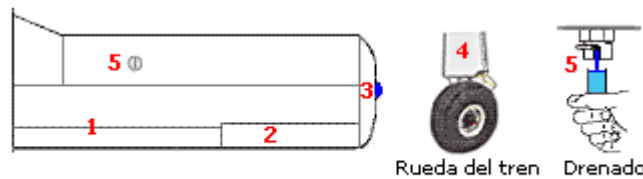


Fig.4.6.4 - Revisión "exterior" en el ala derecha.

1. **Flaps.** Las bisagras y varillas que los mueven no deben tener holgura.
2. **Alerones.** Deben moverse sin ningún impedimento. Chequear bisagras sin holgura.
3. **Extremo del ala.** Inspeccionar su estado, comprobando además las luces de navegación y anticollisión.
4. **Rueda del tren.** Debe tener la cubierta en buen estado y una presión de inflado correcta. No debe presentar huellas de fuga del líquido de frenos.
5. **Combustible.** Abrir el tapón del [depósito de combustible](#) y verificar de forma visual la cantidad. Cerrar bien el tapón, pues de lo contrario se vaciará en vuelo rápidamente por efecto sifón.

Drenar mediante un dispositivo transparente adecuado (drenador) el combustible suficiente hasta asegurar que no hay rastros de agua o impurezas. En esta misma operación, comprobar el octanaje por el color (normalmente azul).

Asegurarse que la válvula de drenado queda bien cerrada, pues se han dado casos de perder en vuelo todo el combustible por quedarse abierta.

Si es necesario repostar, asegurarse que el octanaje suministrado es el correcto, nunca usar un grado menor. En caso de emergencia puede utilizarse un grado superior.

Repostar con combustible contenido en bidones no es muy recomendable, debido a la presencia de agua por condensación e impurezas. En caso de hacerlo, recordar que la mayoría de las impurezas se depositan en el fondo, así que no introducir la manguera de succión hasta el fondo del bidón.

Comprobar que el conducto de ventilación de los depósitos no está obstruido.

orro. Durante esta parte de la inspección, se revisan: el motor, la hélice, la rueda de morro, amortiguación, luz de aterrizaje, "spinner", y todos aquellos elementos situados en esta localización.



Fig.4.6.5 - "Exterior del morro del avión.

6. **Motor.** Abrir la cubierta del motor y comprobar:
Sacar la varilla del nivel de aceite, y comprobar que marca una cantidad entre los números o marcas que representan máximo y mínimo. Si hay que rellenar, utilizar el aceite específico.
Chequear que los cables de las bujías no están sueltos, y que el motor presenta buen aspecto, sin manchas que denoten pérdida de aceite. Algunos aviones tienen un dispositivo de drenado en el compartimento del motor; drenar.
Inspeccionar que el depósito de líquido hidráulico contiene suficiente cantidad.
Cerrar bien la puerta del compartimento del motor, puede ser muy desagradable que se abra en vuelo.
7. **Hélice.** La hélice no debe tener melladuras, grietas o fisuras. Manejarla con cuidado, como si estuviera "viva". Si la hélice es de paso variable, no debe presentar huellas de pérdida de aceite del mecanismo.
El aceite usado en aviación tiene una mayor viscosidad que los usados en otros muchos motores y se vuelve muy espeso cuando está frío. Gire a mano un par de vueltas de la hélice para vencer la resistencia creada por la película de aceite frío entre el pistón y los cilindros. Esto ayuda a arrancar el motor y reduce la carga sobre el mecanismo de arranque y la batería.
El cono delantero de la hélice o "spinner" debe estar en buen estado, sin golpes ni melladuras.
8. **Rueda de morro y otros.** Chequear que la rueda de morro tiene la cubierta en buen estado y una presión de inflado adecuada. Empujar el morro hacia abajo para comprobar el amortiguador y el retorno del mismo a su posición inicial. No deben existir señales de pérdida de líquido hidráulico.
Comprobar las luces de aterrizaje, con cuidado porque se gasta mucha batería.
En caso de reducción por correa dentada, comprobar la tensión y estado de la misma.
En aeródromos cercanos a bosques y descampados, si el avión pasa tiempo sin moverse puede suceder que los pájaros hayan anidado en la parte delantera del motor, a veces en la entrada de aire. Mirar.
Algunos aviones, tienen una válvula de drenado del motor en un lateral del morro. En ese caso drenar siguiendo las mismas pautas que con los depósitos.

Ala izquierda. La revisión del ala izquierda es similar a la del ala derecha. Algunos dispositivos a chequear, tales como el tubo de pitot y el mecanismo de detección de pérdida se encuentran en este ala.



Fig.4.6.6 - "Exterior" del ala izquierda.

9. **Ala izquierda.** La misma inspección que en el ala derecha. Si el tubo pitot está en este ala, comprobar que no está obstruido, no soplarlo. Igualmente, si el mecanismo del avisador de pérdida está en este ala chequearlo. Si el mecanismo consiste en una pequeña pletina movible, poner la batería ON y empujar esta pletina hacia arriba. Debe oírse el avisador de pérdida o encenderse la luz correspondiente.

Fuselaje. Aunque se incluye una sola vez, obviamente los detalles dados se refieren a ambos lados del fuselaje.

10. **Fuselaje.** Inspeccionar la condición general del fuselaje, que todas las antenas estén bien fijadas y los paneles o puertas de acceso de equipaje bien cerradas.

Empenaje trasero. Al llegar a esta parte del aeroplano, se inspecciona principalmente el estado de las superficies de control de cola (timón de dirección y timón de profundidad).

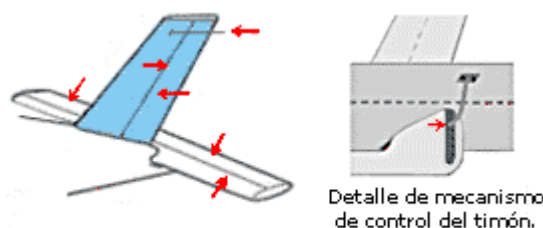


Fig.4.6.7 - "Exterior" de la cola.

11. **Cola.** Los estabilizadores y superficies de control deben estar en buenas condiciones, libres de daños. Estas últimas (timón de profundidad y timón de dirección) deben moverse sin impedimentos y tener sus bisagras bien conservadas. Es muy importante comprobar que el tornillo o mecanismo que mueve el timón de profundidad está bien fijado y sin síntomas de daños. Los constructores calculan todo con detalle, pero siempre me ha sorprendido que algo tan importante como es el control del timón de profundidad tenga un mecanismo con un tornillo que a mi se me antoja pequeño. Naturalmente, lo compruebo con todo detalle, pues trato de imaginarme un vuelo sin este control y la verdad, no me gusta nada. Comprobar las superficies de compensación, y la luz anticollisión de la cola. Algunos aeroplanos tienen una antena en la parte superior del estabilizador vertical, comprobar.

Obviamente, el malfuncionamiento de cualquier elemento inspeccionado o una revisión no satisfactoria debe dar lugar a la cancelación del vuelo.

Sumario:

- El objetivo del chequeo prevuelo es determinar, desde el punto de vista del piloto, las condiciones de operación del aeroplano para realizar un vuelo seguro.
 - La inspección debe ser rigurosa y sistemática, siguiendo paso a paso todas y cada una de las operaciones detalladas en una lista, la cual debe utilizarse siempre para asegurar que no se olvida ninguna operación.
 - Las listas de chequeo o checklist suelen estar incluidas de forma detallada en los Manuales de Operación proporcionados por el fabricante, en tanto las escuelas de vuelo suelen proporcionar listas resumidas para facilitar su manejo.
 - Aunque a grandes rasgos las operaciones generales (hablamos de aviones típicos de escuela) suelen ser muy similares, de uno a otro modelo de avión puede haber diferencias en las tareas a realizar o la forma de hacerlas, por lo que cada uno tiene su propia lista.
 - Se supone que las tareas previas al vuelo: cálculo de carga y centrado, estado del tiempo y previsiones meteorológicas a lo largo de la ruta, distancia necesaria para el despegue en las condiciones actuales, rendimiento del avión para este vuelo, aeródromos alternativos, estado físico y emocional de la tripulación, etc... han sido realizadas por el piloto antes que nada.
 - Normalmente, antes de subirse al avión se deja a este libre de calzos, amarres y anclajes al suelo, fundas de tubo pitot, etc...
 - La Preparación de Cabina consiste en acomodar la cabina para el vuelo y comprobar que los indicadores, marcadores, fusibles, funcionan correctamente y están en servicio.
 - La inspección exterior o "walk around" es una inspección visual que se realiza "dando una vuelta" alrededor del aeroplano, verificando una serie de puntos. Este "paseo" sistemático y no anárquico impide que se quede algún elemento sin verificar.
 - Además de inspeccionar el estado del avión, el piloto verifica y repone si es necesario, el combustible cargado, el aceite del motor, el líquido hidráulico, lamparas de luces, etc...
 - Aunque todos los elementos a revisar son importantes, se suele prestar atención especial a aquellos más críticos (superficies de control, alas, estabilizadores, timones, combustible, aceite, motor, hélice, etc.).
 - Ni que decir tiene que una revisión no satisfactoria debe suponer la cancelación del vuelo.
-

PREVUELO

4.7 PUESTA EN MARCHA.

Bueno, ya hemos efectuado la preparación de cabina y la revisión exterior. Ha llegado el momento de subirse de nuevo al avión y ponerlo en marcha. En este momento comienza para nosotros el vuelo porque al arrancar el avión también se pone en marcha el contador de horas, y esto repercute en nuestro bolsillo.

No piense que esto es como los automóviles, se pone en marcha y adelante. No, antes y después de la puesta en marcha hay que realizar una serie de chequeos.

4.7.1 Antes de arrancar.

- Después de entrar en la cabina y acomodarse, cierre y bloquee las puertas de la cabina; si deja alguna abierta porque hace mucho calor, recuerde que debe cerrarla y bloquearla antes del despegue.
La apertura súbita de una puerta "normal" en vuelo no suele ser un problema grave; lo realmente grave es que puede despistar y confundir al piloto llevándole a tomar decisiones no acertadas. Una experiencia real: en plena carrera de despegue en el aeródromo de Cuatro Vientos, en una Piper Warrior, de repente suena un fuerte ruido que me alarma. Puesto que había pista suficiente corté gases, apliqué frenos, comuniqué a la torre el abortaje del despegue y salimos a la pista de rodadura por la calle final. El problema era que la puerta, mal cerrada a pesar de estar bloqueada, se abrió de repente. Me llevé un susto aunque la decisión a tomar era relativamente sencilla, pero si esto sucede al comienzo del ascenso el susto hubiera sido mayor y quizá más comprometido averiguar la causa del ruido para tomar la decisión correcta (en este caso continuar con el ascenso).
- Los asientos deben estar posicionados para su mejor confort y visibilidad. Compruebe que la posición le permite accionar los mandos cómodamente. Asegúrese que los asientos están bloqueados en su carril de desplazamiento pues es muy desagradable que en un momento determinado se desplacen hacia atrás arrastrando a su ocupante. La Cessna-150 por ejemplo, tiene cierta debilidad en el mecanismo que bloquea el asiento en su carril y si se presiona con fuerza alguno de los pedales puede hacer esto. Lo he sufrido, aunque afortunadamente no volaba solo.
- Ponerse y asegurar cinturones de seguridad y arneses.
- Mueva un poco las palancas de gases y mezcla para comprobar que se desplazan con suavidad y en todo su recorrido. Algunos aviones tienen un dispositivo que permite ajustar la fricción del mando de gases. En ese caso póngalo con el grado de dureza o suavidad que le sea más cómodo.
- Si el avión está equipado con hélice de paso variable, póngala en paso corto (palanca adelante).
- Asegúrese que el freno de mano está puesto. A pesar de ello, en el momento de arrancar el motor presione los frenos (no siempre, porque en algunos aviones al pisar los pedales de freno se desbloquea el freno de mano).

Lo dicho en el capítulo anterior, respecto al uso de las listas sigue vigente, utilícelas para asegurar que no se deja ninguna tarea por realizar. En la fig.4.7.1 se muestra un ejemplo, correspondiente de nuevo a una Piper Cherokee 140.

El término **A/R** de la lista viene dado del inglés "As Required" que puede traducirse por "según se requiera"; en este caso, se refiere a que dependiendo de la temperatura exterior utilizemos el cebador (**primer**) una, dos o más veces para ayudar a arrancar el motor. Si se utiliza, tras esta operación asegurar que el primer se deja dentro y bloqueado.

La especificación de la lista *Area...libre*, pretende que nos cercioremos de que no hay nadie dentro del radio de acción de la hélice que pueda ser dañado por esta.

PA28 - PIPER CHEROKEE 140

ANTES DE ARRANCAR	
1. Revisión exterior.....	Completada
2. Freno aparcamiento..	Puesto
3. Flaps.....	Retraídos
4. Puerta.....	Cerrada
5. Funda tubo pitot.....	A bordo
6. Asientos.....	Asegurados
7. Cinturones y arneses.	Abrochados
8. Batería.....	ON
9. Luz anticolisión.....	ON
10. Mezcla.....	Full Rich
11. Primer.....	A/R
12. Bomba combustible...	ON
13. Area.....	Libre
14. Magnetos.....	BOTH / START

Fig.4.7.1 - Chequeo pre-arranque.

Además de comprobarlo visualmente, lo habitual es decir "**libre**" por la ventanilla, en voz suficientemente alta para que nos oiga quien pudiera estar hipotéticamente cerca de la hélice.

Este "manual" trata de aviación y no de urbanidad, pero lo uno no está reñido con lo otro, al contrario. Como en cualquier otra actividad, conviene respetar a los demás y observar unas mínimas normas de cortesía. Por ejemplo, si el avión está orientado de forma que detrás tenemos la puerta de un hangar, un grupo de personas, otro piloto haciendo la revisión "exterior", etc... al arrancarlo, la masa de aire movida por la hélice causará molestias a otras personas. En casos así, lo cortés es mover el avión antes de arrancarlo, de forma que no moleste a nadie o moleste lo menos posible.

Si por alguna razón lleva algún pasajero, antes de arrancar el avión es un buen momento para darle unas nociones esenciales de seguridad, sin alarmarle. El pasajero o pasajeros, deben conocer como se ponen y se quitan los cinturones de seguridad y arneses y como actuar con los mecanismos de cierre y apertura de puertas. Si el vuelo tiene tramos sobre el mar, deben saber como funcionan los chalecos salvavidas. Asimismo, deben saber que acciones se tomarán en caso de un aterrizaje de emergencia, y en definitiva todo aquello que contribuya a mejorar la seguridad en vuelo.

4.7.2 Arranque.

La última acción (14) de la lista de chequeo de la fig.4.7.1 consiste en accionar los magnetos y arrancar el motor. Aunque no se menciona en dicha lista, conviene antes tener en cuenta lo dicho en [3.10.1](#).

Arrancar el motor de un avión no es muy distinto que arrancar el motor de un automóvil, y los "trucos" usados para este último suelen también funcionar en el aeroplano. Los principales factores que afectan al arranque del motor son la temperatura ambiente y la temperatura del motor. Dependiendo de su diseño, unos tienen tendencia a enriquecer la mezcla rápidamente (y por tanto a ahogarse) y otros todo lo contrario. Como siempre, lo mejor es consultar el Manual de Operación proporcionado por el constructor.

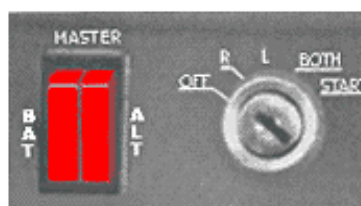


Fig.4.7.2 - Master y magnetos.

- En el arranque del motor, tenga la mano puesta en la palanca de gases, la cual estará abierta más o menos un 1/4". En algunos aviones, no todos, a la vez que se acciona la llave de las magnetos conviene accionar un poco esta palanca (como apretar y soltar ligeramente el acelerador en los automóviles), sin pasarse para no ahogar el motor.
- Si el motor no arranca antes de 10" o 20" lleve la llave de las magnetos a la posición OFF; espere unos 30" y vuelva a intentarlo. Si el tiempo es muy frío puede que necesite cebar el motor algo más; si sospecha que el motor está ahogado, ponga la palanca de gases totalmente abierta y la mezcla cortada, quite la bomba de combustible si estuviera activada y gire la llave; en el momento que el motor arranque ajuste los gases y enriquezca la mezcla.
- Una vez el motor arranque, suelte la llave de las magnetos que volverá a su posición (BOTH) de forma automática, y complete los procedimientos post-arranque.
- Algunos aviones disponen de un avisador luminoso que se enciende cuando el motor de arranque esta operando. Cuando suelte la llave este avisador debe apagarse; si permanece encendido apague el motor pues de lo contrario el motor de arranque quedará inutilizado.

4.7.3 Después de arrancar.

Con el motor ya en marcha, antes de mover el avión, sigamos con la lista de chequeo para realizar las comprobaciones correspondientes.

Aunque la primera tarea de la lista ejemplo de la fig.4.7.3 consiste en verificar la presión del aceite, yo primero ajusto los gases para no dañar por un exceso de r.p.m a un motor todavía frío y mal lubricado.

El primer punto es muy importante y su explicación obvia: si el indicador de presión de aceite no muestra presión antes de 30" parar el motor para no griparlo. Al activar el alternador, se debe comprobar que está cargando, por el amperímetro, la luz de aviso que se apaga, o ambas cosas.

Como el avión está en el suelo, el anemómetro debe marcar 0; lo mismo el variómetro; el avioncito del indicador de actitud u horizonte artificial debe estar recto y nivelado un poco por encima de la línea del horizonte (ajustarlo si es necesario), y el bastón en posición neutral y la bola centrada.

Si se dispone de selector de depósito, como en [preparación de cabina](#) se seleccionó el menos lleno, al cambiar ahora se quedará en el más lleno. En algunos casos este cambio se incluye en el chequeo durante la [prueba de motores](#).

PA28 - PIPER CHEROKEE 140	
DESPUES DE ARRANCAR	
1. Presión de aceite.....	En arco verde Si no hay presión en 30" parar motor.
2. Alternador.....	ON y cargando
3. Gases.....	1100 r.p.m
4. Flaps.....	Chequeados y arriba
5. Bomba combustible...	OFF
6. Indicador dirección....	Ajustar a la brújula
7. Anemómetro.....	Chequear
8. Variómetro.....	Chequear
9. Indicador actitud.....	Chequear
10. Bastón y bola.....	Chequear
11. Selector combustible..	Cambiar depósito
12. Transponder.....	Standby 7700
13. Radios.....	ON
14. Instrucciones rodaje..	Solicitar a torre
15. Altimetro.....	Calar con QNH
16. Freno aparcamiento..	Quitar

Fig.4.7.3 - Chequeo post-arranque.

Para solicitar instrucciones de rodaje a la torre, se sigue un protocolo determinado, que veremos con más profundidad en el capítulo de comunicaciones, pero que puede ser el siguiente:

- Saludamos y nos identificamos: "*Cuatro Vientos, buenos días, mag cuatro cinco bravo*". Esto último es el deletreo de MAG45B que es como nos hemos identificado en el plan de vuelo.
- Torre: "*mag cuatro cinco bravo, buenos días, adelante*".
- Le comunicamos donde estamos y nuestros propósitos: "*mag cuatro cinco bravo en plataforma con plan local de una hora, instrucciones por favor*".
- Torre: "*QNH mil veintidós ruede a punto de espera dos ocho*".
- Confirmamos: "*QNH mil veintidós, rodaré a punto espera dos ocho, mag cuatro cinco bravo*".

Ponemos pues el altímetro con el QNH recibido, quitamos el freno de mano y a rodar. Todo esta "conversación" parece muy corta, y lo es si el aeródromo no está saturado, pero en algunos muy saturados nos puede llevar mas de 10 minutos encontrar un hueco en las comunicaciones para entrar en contacto con la torre. Y mientras tanto el horómetro corriendo a "... euros" la hora.

Sumario:

- El procedimiento de puesta en marcha de avión, tras haber efectuado la revisión exterior, conlleva una serie de chequeos, previos al arranque del motor y posteriores al mismo.
 - Como siempre, ambos se deben realizar siguiendo todos y cada uno de los pasos de la lista proporcionada por el fabricante, o en su defecto por la escuela.
 - A la hora de poner en marcha el motor, tener en cuenta lo detallado en [3.10.1](#) para un mejor cuidado del mismo.
-

PREVUELO

4.8 RODAJE (TAXIING).

Se entiende por rodaje al movimiento del avión en el suelo. El propósito principal del rodaje es maniobrar el avión para llevarlo a la posición de despegue o retornarlo al área de aparcamiento después del aterrizaje.

La exposición de este capítulo se enfoca bajo este punto de vista. Puede haber muchas otras razones que obliguen a mover el avión, pero en ese caso también son aplicables las reglas generales aquí expuestas.

La mayoría de las precauciones a observar cuando se rueda el avión (por ejemplo, comprobar que no vamos a colisionar con algún avión estacionado o cualquier otro obstáculo) son válidas en todo momento, mientras que algunos procedimientos son exclusivos del rodaje pre-despegue o post-aterrizaje. Para evitar redundancias innecesarias, estas generalidades se detallan únicamente en uno de los apartados de este capítulo, esperándose del lector de estas páginas el suficiente sentido común para saber cuando aplicarlas.

4.8.1 Rodaje previo al despegue.

El rodaje implica el uso de tres controles: gases, pedales y volante de control; gases para mover el avión, pedales para girar en el suelo y/o frenar el avión y volante de control para contrarrestar la fuerza del viento durante el rodaje.

Para poner en movimiento el avión se necesita más potencia que para mantenerlo rodando. Por esta razón, habrá que abrir gases progresivamente hasta que el avión se ponga en movimiento, para después irlos bajando hasta el punto que se mantenga una velocidad moderada y continua. La cantidad de potencia a aplicar depende de varias cosas, pero la principal es el grado de firmeza de la superficie en la cual descansa el avión.

Para que el aceite tome algo de temperatura, algunos fabricantes recomiendan que transcurra al menos un minuto desde el arranque del motor hasta la aplicación de potencia para mover el avión, especialmente en tiempo frío. Lo normal es que el chequeo posterior al arranque del motor y previo al rodaje consuma este minuto sobradamente.

En los primeros metros recorridos, ponga a prueba los frenos aplicándolos suave y progresivamente; si lleva copiloto también debe probar los suyos. Si los frenos no funcionan adecuadamente, este el momento apropiado para detectarlo. Recordar que los frenos se aplican pisando la parte superior de los pedales y que cada pedal actúa sobre la rueda de su lado.

Controle la velocidad con la que rueda y este atento para no colisionar con otros aviones aparcados, edificios, obstáculos, etc... Tengo experiencia para recomendar esto, pues tras un vuelo de instrucción bastante decente y una buena toma, en una distracción del instructor, un mal calculo de la distancia provocó que golpeará con el extremo del ala a un avión que sobresalía del aparcamiento. Afortunadamente, la velocidad que llevaba era pequeña y salvo el daño del ala que mantuvo varado al avión un par de semanas no hubo que lamentar más desgracias, pero deseé que me tragara la tierra.

Rodar el avión con exceso de potencia y controlar la velocidad aplicando frenos continuamente es tan mala práctica como conducir un automovil pisando el acelerador y el freno a la vez. En su lugar, aplique la potencia necesaria para rodar suavemente sin tener que recurrir a los frenos. Estos actúan solo sobre las dos ruedas del tren principal y su capacidad de frenada es inferior a la de un automovil, por lo que en caso de fallo, llevar poca velocidad permitirá parar en poco espacio cortando gases.

Una buena regla es que la velocidad del avión no debería ser mayor que la de una persona caminando rápidamente.

Si la superficie es blanda, posiblemente necesite algo más de velocidad para evitar que el avión se atasque y tener que aplicar más gases de la cuenta para sacarle de ahí. Pero si la superficie tiene grava, piedras sueltas o cualquiera otro material que pueda saltar y dañar la hélice, es necesario operar el motor con pocas r.p.m.

El control de la velocidad es especialmente importante cuando se rueda en estos tipos de superficies o en condiciones de fuerte viento. Para aminorar la velocidad, primero corte gases en la cuantía necesaria y después si es necesario aplique frenos.

La mayoría de los aviones ligeros disponen de una rueda dirigible ([ver.3.9](#)) mediante los pedales del timón de dirección. Esta rueda está situada en el morro en trenes tipo triciclo o en la cola en trenes de patín de cola. Este mecanismo permite que en la mayoría de las circunstancias se pueda girar el avión sin tener que recurrir a los frenos (recuerde que los frenos son diferenciales).

Para girar a la derecha pise el pedal derecho (la parte de abajo) y para girar a la izquierda pise el pedal izquierdo (por supuesto la parte de abajo). La cantidad de fuerza de la pisada dependerá del radio de giro, de la superficie sobre la que se rueda y de la fuerza del viento. Si es necesario, ayúdese frenando la rueda de giro, pero tenga presente que quizá tenga que abrir algo más de gases y que no debe frenarla por completo para no dañar las gomas.

Algunos aviones montan un sistema de rueda "libre" no conectada a los pedales, por lo que para girar hay que aplicar freno a la rueda del lado del giro. Estos aviones son algo más difíciles de rodar, sobre todo si la rueda libre está montada en el morro, y hay que llevarlo con algo más de velocidad para evitar que la rueda se atraviese. Si se atraviesa, o paras el motor y te bajas a colocar la rueda de frente, o efectúas un "360º" para volver a colocar el avión en posición. El único rodaje que he hecho con un avión así me dejó mal sabor de boca. Me atravesé y el instructor se las vio y se las deseó para volver a poner el aparato en posición. Afortunadamente son muy pocos los aviones que montan este sistema.

Anticípese un poco al giro o a la frenada, pues hay un pequeño lapso de tiempo desde que el piloto inicia un cambio de dirección o velocidad hasta que este comienza efectivamente.

El patín de cola de algunos aviones, supone una actitud de morro muy hacia arriba. Esto implica que con un viento de frente moderado o fuerte tienen tendencia a "gallear", es decir, intentar levantar el morro hacia el viento. Esta tendencia es mucho menor en aviones con tren tipo triciclo. Además, la actitud de morro arriba dificulta la visión hacia adelante, siendo necesario a veces zigzaguear para mirar a uno y otro lado alternativamente.

Sin dejar de prestar atención a nuestra tarea principal, rodar el avión, si el área está libre de obstáculos u otros aviones continuamos con la lista de chequeo comprobando que:

El bastón se mueve hacia el lado del giro y la bola se desplaza al lado contrario.

El indicador de dirección (direccional) y la brújula marcan rumbos menores girando hacia la izquierda y rumbos mayores hacia la derecha.

El indicador de actitud u horizonte artificial se mantiene en todo momento en la misma posición.

PA28 - PIPER CHEROKEE 140	
RODAJE	
1. Frenos.....	Chequear
2. Bastón y bola.....	Chequear
3. Direccional.....	Chequear
4. Horizonte artificial.....	Chequear
5. Dirección rueda morro.....	Chequear
6. Brújula.....	Chequear

Fig.4.8.1 - Chequeo durante rodaje.

4.8.2 Superficies de maniobra.

A la hora de rodar, podemos encontrar distintas situaciones dependiendo de la configuración del aeródromo. Este puede tener servicio de torre o no tenerlo, y puede ser que disponga de calle de rodadura o que no la tenga. Si tiene calle de rodadura, debemos prestar atención a seguirla en la dirección correcta para llegar al punto de espera concreto. Pero si no dispone de ella, como es el caso de muchos aeródromos privados, el rodaje habrá que hacerlo por la pista en servicio, en cuyo caso debemos extremar las precauciones. En grandes aeropuertos con varias calles de rodadura, debemos conocer la disposición de las mismas para determinar con exactitud la dirección a seguir en cada una; en caso de apuro no se debe dudar en interrogar a la torre sobre el camino a seguir.

En un aeródromo controlado (con servicio de torre), es necesario autorización para rodar. Esta autorización está implícita en los mensajes (si nos autoriza a aterrizar obviamente también lo hace para rodar hacia el aparcamiento). Pero esta autorización NO incluye pistas en servicio, las cuales solo podemos cruzar, o entrar en ellas, con autorización expresa.

En aeródromos no controlados (sin torre) debemos informar por radio de nuestros movimientos para advertir a otros aviones, mucho más cuando se rueda por la pista de aterrizaje y despegue: "*eco charli golf mike mike rodando por pista cero uno a punto de espera uno nueve*". Por la misma razón, debemos estar atentos a las comunicaciones no vaya a suceder que iniciemos el rodaje sobre una pista en servicio cuando otro avión está aterrizando. Menuda sorpresa desagradable para él y para nosotros.

Sea o no controlado, recuerde que la responsabilidad última sobre el avión y sus ocupantes es del piloto. En un aeropuerto con servicio de control de tráfico, la torre es una ayuda, proporciona asistencia y ordena el tráfico, pero la responsabilidad final la tiene el piloto al mando.

Cuando las hay, las líneas centrales de las calles de rodaje y las marcas de posición de espera son totalmente distinguibles de las marcas de las pistas de despegue y aterrizaje. El color usado en las primeras es amarillo en lugar del blanco de las pistas principales. Las marcas de puntos de espera consisten en líneas continuas y discontinuas paralelas a la pista principal. Si no hay marcas de punto de espera, debe mantenerse el avión lo suficientemente apartado de la pista principal para no entorpecer las operaciones.

Las pistas principales se numeran de acuerdo a los tres dígitos de su dirección magnética, redondeada a la decena más cercana y quitando el último cero.

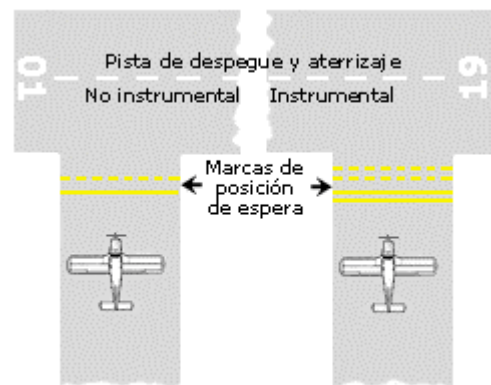


Fig.4.8.2 - Números de pista y marcas.

La dirección Norte se entiende como 360° no como 000°, así que una pista con esta orientación se numeraría 36 (tres seis). Por ejemplo: una pista orientada en una dirección comprendida entre 355° y 004° recibe la numeración 36 (tres seis).

Las pistas son como las carreteras de doble sentido, es decir, en una misma pista se puede despegar y/o aterrizar en un sentido o en el contrario, dependerá de la dirección del viento en ese momento. Por esta razón, cada pista tiene dos cabeceras, dos finales, dos orientaciones y dos numeraciones, cada una opuesta 180° a la otra. Por ejemplo: una pista orientada en la dirección magnética 186° se numera 19 (uno nueve) en ese sentido y 01 (cero uno) en el opuesto cuya dirección magnética será 006°.

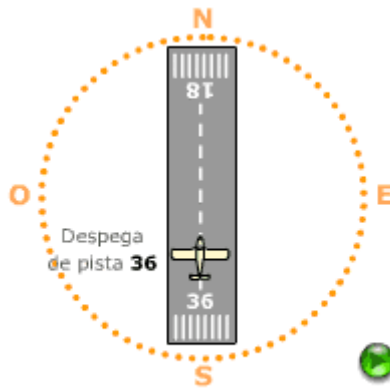


Fig.4.8.3 - Numeración de pistas.

Si un aeropuerto tiene pistas paralelas, todas tienen la misma numeración y se distinguen con una letra adicional: L (Left) la situada a la izquierda, C (Center) la del centro si hubiera y R (Right) la de la derecha.

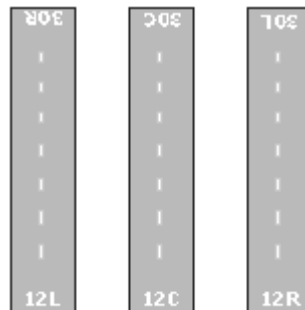


Fig.4.8.4 - Pistas paralelas.

Las calles de rodaje suelen identificarse por letras, a las cuales se hace referencia por medio del alfabeto fonético empleado en aviación (A=Alfa, B=Bravo, C=Charlie, D=Delta...) seguida de un número (1,2...).

Cuando la torre informa sobre el viento reinante, además de la intensidad del mismo facilita su dirección en grados magnéticos para ayudar al piloto a orientar de por donde le llega el viento respecto a la pista. No hay ninguna razón para confundirse con la dirección del viento; cuando en la información meteorológica se dice que hay viento del Norte, asumimos automáticamente que el viento *procede* del Norte, que sopla desde el Norte. En aviación es lo mismo, la dirección del viento identifica el origen del mismo.

4.8.3 Uso de los controles en rodaje.

En condiciones normales, no es necesario actuar sobre el volante de control, todo lo más, si el avión dispone de rueda de morro se recomienda rodar con este totalmente hacia atrás para liberar algo el peso sobre esa rueda, sobre todo si la superficie no es lisa. Pero si sopla viento con cierta intensidad, al afectar a las superficies aerodinámicas puede levantarnos un ala o alguna rueda del suelo haciendo complicado e incluso perder el control direccional. Para contrarrestar este efecto la regla a seguir es: con viento de frente volante de control neutral y girado hacia el lado del morro de donde viene el viento, y con viento de cola volante de control totalmente adelante y girado hacia el lado contrario del lado de la cola por el cual el viento sopla.



Fig.4.8.5 - Uso de controles en el rodaje.

En la fig.4.8.5 se esquematiza la posición de la columna de control según la dirección del viento. Algunos fabricantes de aviones pueden recomendar alguna variante al uso de los controles del párrafo anterior, en cuyo caso deben seguirse esas recomendaciones. De todas formas, no es muy frecuente llevar a cabo las recomendaciones dadas, pues si el viento sopla con intensidad suficiente para elevarnos un ala estando en el suelo, lo más probable es que hayamos desistido de volar en esas condiciones.

4.8.4 Rodaje tras el aterrizaje.

Las normas generales dadas para el rodaje previo al despegue, son igualmente aplicables al rodaje posterior al aterrizaje. Si para dirigirse hacia el área de aparcamiento fuera necesario rodar por la pista en sentido contrario al del aterrizaje (backtrack), bien porque la salida está al otro extremo de la pista o porqué convenga salir por una calle que hemos dejado atrás, debemos solicitarlo a la torre y contar con su autorización: *"mag cuatro cinco alfa solicito backtrack"* - *"mag cuatro cinco alfa autorizado backtrack"*. Si el aeródromo no tiene servicio de torre debemos tomar precauciones porque puede haber otro avión a punto de aterrizar, y comunicar por radio nuestras intenciones a otros posibles tráficos: *"mag cuatro cinco alfa realizando bactrack en pista cero uno"*.

Algunas listas de chequeo incorporan una serie de tareas tras el aterrizaje, tareas que no son chequeos propiamente dichos, pues ya en el suelo poco hemos de chequear, sino operaciones previas al apagado final del avión una vez estacionado. Estas operaciones son realizadas a discreción del piloto y no deben distraerle de su tarea principal: rodar el avión con seguridad.

PA28 - PIPER CHEROKEE 140	
ABANDONANDO PISTA	
1. Flaps.....	Arriba
2. Bomba combustible....	OFF
3. Calefacc. carburador....	OFF
4. Luz aterrizaje.....	Apagar
5. Transponder.....	Standby
6. Compensador.....	Neutral

Fig.4.8.6 - Chequeo abandonando pista.

Es muy posible que la longitud de la pista y de la calle de rodaje (si la hubiera) sea tan corta que no sea posible realizar todas o parte de estas tareas hasta haber entrado en el área de aparcamiento.

Sumario:

- El propósito principal del rodaje es maniobrar el avión para llevarlo a la posición de despegue o retornarlo al área de aparcamiento después del aterrizaje.
- Las normas generales atañen a cualquier rodaje, previo al despegue o posterior al aterrizaje.
- Nada más empezar a rodar, se deben poner a prueba los frenos.
- En todo momento se debe controlar la velocidad con la que se rueda y mirar continuamente hacia afuera para no colisionar con aviones aparcados, edificios, obstáculos, etc...
- Es una mala práctica rodar el avión con exceso de potencia y controlar la velocidad aplicando frenos de forma continua.
- Controlar la velocidad es especialmente importante cuando se rueda en superficies no lisas o con viento fuerte.
- Para aminorar la velocidad, primero corte gases en la cuantía necesaria y después si es necesario aplique frenos.
- El movimiento del avión se controla con los pedales, tanto si el avión dispone de una rueda de control conectada a los mismos como si monta un sistema de rueda "libre". En el primer caso, para girar a un lado se pisa el pedal de ese lado (la parte de abajo) y puede necesitarse apoyo del freno sobre la rueda sobre la que se gira. En el segundo caso, el giro se realiza únicamente frenando la rueda del lado a que se quiere girar.
- Desde que el piloto inicia un cambio de dirección o velocidad hasta que comienza a producirse pasa un pequeño lapso de tiempo. Esto exige un poco de anticipación por parte del piloto.

Durante el rodaje previo al despegue deben realizarse algunas operaciones de chequeo siguiendo la lista provista por el constructor o la escuela de aviación.

- En un aeródromo con servicio de torre es necesario el permiso de la misma para comenzar a mover el avión. Si no existe este servicio debemos extremar las precauciones y notificar por radio nuestros movimientos para conocimiento de otros posibles tráficos a la escucha.
 - En ningún caso debemos introducirnos o cruzar una pista de despegue/aterrizaje si no es con permiso expreso de la torre. Si no hay torre, de nuevo extremaremos las precauciones y notificaremos nuestros movimientos por radio.
 - Las marcas de las calles de rodaje y de puntos de espera se distinguen porque son amarillas, mientras que las señalizaciones en el suelo de las pistas principales son blancas.
 - Las calles de rodaje se denominan según las letras del alfabeto fonético aeronáutico (A=Alfa, B=Bravo..) y un número. Las pistas principales se numeran según los tres dígitos de su orientación magnética, redondeando a la decena más cercana y sin el cero final. Por ejemplo: una pista orientada en la dirección 193° se numera como pista 19 (uno nueve) y otra orientada en la dirección 006° se numera como 01 (cero uno).
 - Una pista es como una carretera de doble sentido. En una dirección tiene un número y en la opuesta tiene otro. Por esta misma razón, una misma pista tiene dos cabeceras y dos finales.
 - Con viento cruzado de frente conviene girar el volante de control hacia el lado del cual sopla.
 - Con viento cruzado de cola, mantener el volante de control adelante y girado hacia el lado contrario de donde sopla.
 - Si tras aterrizar, para rodar al área de aparcamiento debemos volver por la pista en sentido contrario al de la toma, debemos contar con el permiso expreso de la torre. En caso de que no haya servicio de torre, extremaremos las precauciones y radiaremos nuestro movimiento para conocimiento de otros posibles tráficos.
-

PREVUELO

4.9 PRUEBA DE MOTORES.

En este capítulo se abordan los dos últimos chequeos a realizar antes de proceder al despegue del avión. El primero (prueba de motores) consiste en probar el funcionamiento del motor y sus sistemas, y el segundo (antes de despegar) tiene una parte de chequeo y otra de preparación del avión para el despegue.

4.9.1 Prueba de motores.

La prueba de motores o "ground check" se realiza normalmente en el área de espera o "punto de espera". Muchos aeródromos tienen espacio suficiente en este área para que el calentamiento de motores y chequeo previo al despegue de un avión no bloquee a los que vienen detrás, pero en aquellos que no disponen del mismo, se debe procurar no retrasar innecesariamente a otros aviones, si es posible realizando estas operaciones en otro lugar del aeródromo limpio y despejado. Este chequeo conviene realizarlo si es posible con el avión enfrentado (aprodado) al viento.

En primer lugar se pone el freno de mano, y seguidamente se comprueba que la presión y temperatura del aceite del motor tienen valores normales (arco verde). La presión del aceite debería tenerlos, pues nada más arrancar el motor se chequeó ([ver 4.7.3](#)), pero esta comprobación aunque redundante es necesaria. Si no marca valores normales algo grave debe suceder en el sistema de lubricación para que en el tiempo que dura el rodaje la presión tenga valores anormales, así que se procede volver lo más pronto posible y sin acelerones, a un lugar del aparcamiento para apagar el motor antes de que pueda griparse. Y agradecer que esto haya sucedido ahora y no durante el vuelo.

Si la temperatura del aceite no ha alcanzado el arco verde, el motor está frío y habrá que esperar a que tome la temperatura suficiente para realizar las pruebas. El régimen de r.p.m. adecuado para el calentamiento del motor es el especificado en el chequeo "[después de arrancar](#)". El aceite tarda en alcanzar su temperatura normal de operación unos cuatro minutos en tiempo cálido y seis minutos en tiempo frío, aproximadamente, pero algunos pilotos lo apresuran algo con un poco más de r.p.m. o empobreciendo ligeramente la [mezcla](#), cosa que como sabemos produce más calor en el motor.

Una vez el motor tiene la temperatura adecuada, se comprueba que la palanca de mezcla esté en posición de "full rich", y se abren gases paulatinamente hasta las r.p.m. indicadas en la lista (2000 en el ejemplo de la fig.4.9.1), para chequear:

- En primer lugar, que todos los instrumentos del motor dan lecturas normales. En caso negativo, volver al aparcamiento para resolver el problema o aparcar el avión.
- Seguidamente, comprobar que el [indicador de succión](#) de la bomba de vacío da la lectura indicada en la lista, normalmente entre 4 y 5 Hg dependiendo del avión. Recordemos que la bomba de vacío es la que mueve los giróscopos, por ello la importancia de su buen funcionamiento.
- A continuación, pasamos a efectuar la prueba de magnetos.

PA28 - PIPER CHEROKEE 140	
PRUEBA DE MOTOR	
1. Freno de aparcamiento...	Puesto
2. Temperatura aceite.....	Arco verde
3. Presión de aceite.....	Arco verde
4. Mezcla.....	Rica
5. Gases.....	2000 r.p.m.
6. Instrumentos de motor....	En arco verde
7. Bomba de vacío.....	5 Hg. +/-0.1
8. Magnetos.....	Chequear (175/50 r.p.m.)
9. Calefacc. carburador.....	Chequear/OFF
10. Gases.....	Ralentí
11. Gases.....	1100 r.p.m.
12. Briefing de despegue....	Realizado

Fig.4.9.1 - Chequeo y prueba del motor.

En algunas listas de chequeo, antes de la prueba de motores se requiere cambiar de depósito, en cuyo caso dicho cambio no está incluido en el chequeo tras arrancar el motor. Si hemos rodado con el motor alimentado por un depósito, en caso de problemas en el mismo lo hubiéramos detectado. Al cambiar ahora de depósito, se verifica durante la prueba de motores que el motor se nutre del otro también sin problemas.

4.9.2 Chequeo de magnetos.

En el [capítulo 3.5](#) se vió que prácticamente todos los aviones ligeros equipan un sistema doble de encendido, dos magnetos independientes y dos juegos de bujías por cilindro; cada magneto suministra energía a un juego de bujías. Además de proporcionar seguridad, este sistema mejora la combustión y por ello el rendimiento del motor. Pues bien, la prueba de magnetos tiene como objetivo comprobar que el menor rendimiento del motor, cuando es servido por cada uno de los sistemas de encendido de forma independiente, está dentro de los límites previstos.

El chequeo a realizar consiste en comprobar que con solo una magneto activa, el motor no baja de r.p.m. más de lo especificado en la lista de chequeo, y que la diferencia entre una y otra magneto no es superior a una dada. En el caso de la lista ejemplo de la fig.4.9.1 se especifica que el motor no debe bajar más de 175 r.p.m. funcionando con solo una magneto activa y que la diferencia entre magnetos no debe superar 50 r.p.m.

Para realizar esta prueba, se gira la llave de arranque del motor un punto a la izquierda, desde la posición **BOTH** a la posición **L** (Left), comprobando entonces que la caída de r.p.m. no excede de las especificadas, tras lo cual se vuelve a poner la llave en la posición **BOTH** dejando que el motor se recupere a las r.p.m. iniciales (no tardará más de un segundo o dos).



Fig.4.9.2 - Prueba de magnetos.

Vamos con la otra magneto. Se gira de nuevo la llave, pero ahora dos puntos, desde **BOTH** hasta la posición **R** (Right) chequeando de nuevo que la bajada de r.p.m. no supera las indicadas y además que la diferencia entre esta caída de r.p.m. y la anterior no es mayor a las dadas en la lista.

Dos o tres segundos son usualmente suficientes para chequear cada magneto. Mantener el motor con una sola magneto mucho más allá de este tiempo, pues engrasar el juego de bujías servido por la magneto inactiva. Hecha la prueba de magnetos, continuamos con la lista.

4.9.3 Más chequeos.

El propósito del chequeo de la [calefacción](#) al carburador consiste por un lado en eliminar cualquier rastro de hielo que pudiera haberse formado en el carburador durante el rodaje, cosa improbable pero no imposible, y por otro comprobar su funcionamiento.

Para realizar esta prueba, mueva el mando de la calefacción al carburador a su posición de activado (Hot), compruebe la caída de r.p.m. (normalmente no más allá de 100 r.p.m.), vuelva a poner la palanca en la posición de desactivado (Cold) y compruebe que las r.p.m. vuelven a su valor inicial.

Recuerde, que al activar la calefacción al carburador, el aire no pasa por el filtro, por lo que conviene efectuar esta prueba sobre una superficie libre de tierra, piedras sueltas, etc... que puedan ser movidas por la hélice y aspiradas por el motor.



Fig.4.9.3 - Chequeo de calefacción al carburador.

Si el avión es de hélice de paso variable, seguidamente se procede a su chequeo. Para ello, se baja la palanca de paso de la hélice a su posición de paso largo, se mantiene un segundo o dos en esa posición y se vuelve a subir inmediatamente a su posición de paso corto. Esta prueba se repite normalmente tres veces, y en cada una de ellas las r.p.m. no deben caer más de lo indicado en la lista, por lo general 500 r.p.m.

No mantenga abajo el mando del paso más de 2 o 3 segundos para no someter a sobreesfuerzo al dispositivo del paso de la hélice.

Aunque algunas listas de chequeo no lo contemplan, conviene verificar que el alternador funciona correctamente. Para ello incremente la carga del sistema, por ejemplo encendiendo la luz de aterrizaje, y compruebe que esto hace subir la aguja del amperímetro.

Chequeo del alternador en la prueba de motores: Incremente la carga del sistema, por ejemplo encendiendo la luz de aterrizaje, y compruebe que esto hace subir la aguja del amperímetro.

Una vez efectuadas las pruebas anteriores, se comprueba si cortando gases el motor mantiene el ralenti o por el contrario se cala. Para ello se mueve el mando de gases a su posición de mínimos y se observa durante unos segundos si el motor mantiene el ralenti perfectamente. En caso afirmativo, se vuelve a poner el motor al régimen indicado en la lista de chequeo, en caso contrario algo falla y debemos volver al aparcamiento, pues no podemos salir a volar con un motor que cuando se cortan gases se cala.

4.9.4 Briefing de despegue.

Si ha visto alguna película de guerra en la que intervienen aviones, recordará seguramente que los pilotos antes de una misión asistían a un "briefing" en el cual se impartían las instrucciones a cada escuadrón. En este caso, el "briefing" lo hacemos con nosotros mismos o con el instructor y no hay ordenes que dar o recibir, a estas alturas debemos tener claro lo que vamos a hacer. Esta tarea de la lista consiste en recordar en voz alta por donde despegamos, a que velocidad vamos a rotar, a cual nos vamos a ir al aire, y que haremos en caso de emergencia. Creo que se comprende mejor con un ejemplo:

"Despegaremos por la pista dos ocho, sin flap. A 60 nudos rotamos y a 70 nos vamos al aire. La velocidad de mejor ascenso es de 80 nudos. En caso de problemas: con pista suficiente cortar gases y aplicar frenos; sin pista suficiente cortar gases, aplicar frenos y si da tiempo cortar mezcla, combustible y magnetos, manteniendo el control direccional del avión; etc...". Esto anterior es solo un ejemplo, las acciones a realizar en caso de emergencia se detallarán en su correspondiente capítulo.

Teniendo en cuenta que un fallo de motor no es lo más oportuno en el despegue, cuando estamos con poca velocidad y baja altura y necesitamos toda la potencia, este recordatorio o "briefing" debe tomarse muy en serio. Seguramente que durante la instrucción practique simulacros de parada de motor, pero tomando las debidas precauciones: suficiente altura de seguridad, etc... Lo que es más improbable es que pueda practicar paradas de motor en el despegue. Este deficit de entrenamiento solo podemos paliarlo practicando con simuladores e interiorizando los procedimientos en cada despegue.

4.9.5 Antes de despegar.

En primer lugar comprobamos que los mandos de vuelo están libres, moviendo el volante de control en toda su extensión adelante y atrás, y a un lado y a otro.

Seguidamente, si se ha decidido despegar con algún punto de flap, se extienden estos hasta el punto decidido; en caso contrario se deja el flap arriba.

En cuanto al compensador, lo normal es que siga en la posición neutral que habíamos puesto en un fase anterior del chequeo. Algunos pilotos lo retrasan un poco para hacer menos esfuerzo en los mandos para llevar el avión al aire, pero hay que tenerle bien cogido el punto al compensador pues de lo contrario un exceso de posición atrás (timón de profundidad más abajo) provoca que el avión quiera irse al aire antes de tiempo.

PA28 - PIPER CHEROKEE 140	
ANTES DE DESPEGAR	
1. Mandos de vuelo.....	Libres
2. Flaps.....	A/R
3. Compensador.....	Despegue
4. Puertas.....	Blocadas
5. Autorización despegue...	Recibida
6. Mezcla.....	Full Rich
7. Bomba combustible.....	ON
8. Luz aterrizaje.....	Encendida
9. Hora de despegue.....	Anotar
10. Freno aparcamiento.....	Quitar

Fig.4.9.4 - Chequeo pre-despegue.

Asegurar que las puertas están bien cerradas y bloqueadas, y a continuación solicitar permiso de despegue a la torre. Más o menos, este puede ser el dialogo (N somos nosotros y T es la torre):

- N - "*mag cuatro cinco alfa en punto de espera dos ocho listo para despegue*".
- T - "*mag cuatro cinco alfa autorizado a despegar, viento calma*".
- N - "*autorizado a despegar, mag cuatro cinco alfa*".

La primera parte suele ser invariable, solicitamos permiso a la torre para el despegue. La respuesta de la torre depende de la situación del tráfico: nos puede dar permiso para despegar, decirnos que esperemos "*mag cuatro cinco alfa mantenga posición*", que entremos en la pista y nos situemos pero sin despegar "*mag cuatro cinco alfa, entrar y mantener*" o "*mag cuatro cinco alfa rueda a posición*", etc...

Tarde o temprano, salgo algún imponderable, tendremos permiso para despegar. En ese momento realizamos las últimas tareas de la lista, cuyo objetivo es preparar el avión para el despegue: comprobar mezcla en "full rich", activar la bomba de combustible si el avión la tiene, encender la luz de aterrizaje, anotar la hora, quitar el freno de mano, rodar a la cabecera de la pista y, "*voila*", a volar.

Dependiendo de la situación, el orden de las tareas anteriores puede ser distinto. Por ejemplo, en un aeródromo con mucho tráfico, lo normal es tratar de abreviar (en ningún caso rebajando los niveles de seguridad) las operaciones. En ese caso, nada más recibir permiso de la torre y confirmarle nosotros su recepción, lo normal es anotar la hora, quitar el freno de mano y poner el avión a rodar hasta el punto de despegue. Las otras operaciones, activar la bomba de combustible y poner la luz de aterrizaje las hacemos mientras movemos el avión.

Si el aeropuerto no tiene servicio de torre hay que extremar las precauciones antes de entrar en la pista para despegar: mirar bien que no haya aviones en la pista o en la fase final del aterrizaje y comunicar por radio nuestras intenciones a otros posibles tráficos "*mag cuatro cinco alfa entrando en pista cero seis para despegue*".

Sumario:

- La prueba de motores tiene como objetivo probar el perfecto funcionamiento del motor y sus sistemas.
- El chequeo pre-despegue tiene una parte de chequeo y otra de preparación del avión para el despegue.

- La prueba de motores o "ground check" se realiza normalmente en el área de espera o "punto de espera", con el avión aproado al viento.
 - Antes de proceder con la prueba de motores se debe comprobar que el aceite del motor ha alcanzado una temperatura de operación adecuada (marcador en arco verde). En caso negativo, esperar a que el aceite alcance dicha temperatura.
 - Con el motor acelerado al número de r.p.m. que indique el manual de operación se comprueba que todos los instrumentos marcan valores normales, incluido el indicador de succión, y se procede a efectuar la prueba de magnetos y de calefacción al carburador.
 - La prueba de magnetos tiene como objetivo comprobar el funcionamiento del motor en caso de avería de una magneto. Para ello se va desactiva una magneto y posteriormente la otra, comprobando en cada paso que la caída de r.p.m. no es superior a la indicada en el manual de operación, y que la diferencia de caída entre ambas tampoco supera lo especificado en dicho manual.
 - Después de desactivar una magneto es imprescindible pasar por la posición BOTH (ambas activas) antes de desactivar y comprobar la otra.
 - Al activar la calefacción al carburador comprobando que el motor baja de revoluciones en un número no superior al recomendado, estamos verificando que este dispositivo funciona con normalidad. La caída de r.p.m. indica un correcto funcionamiento.
 - En aviones con hélice de paso variable o constante se prueba que cambiando de paso corto a paso largo no hay una caída de más de 500 r.p.m. Este chequeo se realiza normalmente tres veces seguidas.
 - El alternador se comprueba sometiendo a mayor esfuerzo al sistema eléctrico, por ejemplo encendiendo la luz de aterrizaje y verificando que el amperímetro refleja un mayor valor de carga.
 - El "briefing" de despegue tiene como objetivo interiorizar, a base de repetirlos y reflexionar sobre ellos, los procedimientos a realizar en caso de emergencia en el despegue. De esta manera se atenúa un poco el déficit de entrenamiento en emergencias imposibles de practicar salvo en simuladores.
 - La lista de chequeo antes del despegue verifica que los mandos de vuelo están libres y se mueven en toda su extensión, así como que las puertas están cerradas y bloqueadas.
 - Las últimas tareas de dicha lista consisten en preparar al avión para despegar: extensión de flap según convenga, mezcla en Full Rich, si el avión tiene bomba de combustible ponerla ON, luz de aterrizaje encendida, etc..
-

PREVUELO

4.10 ESTELA TURBULENTA.

Un vórtice o torbellino (vortex) es una masa de aire que gira sobre si misma, alrededor de un eje de rotación denominado línea de vórtice. El humo de un cigarrillo es un ejemplo sencillo de vórtice.

4.10.1 Como se produce.

El efecto de estela turbulenta es conocido desde hace tiempo por los pilotos, los cuales pensaron inicialmente que se debía al flujo de aire desplazado por las hélices. Hoy en día se sabe que es debido a los vórtices generados en los extremos de las alas. Como se forman estos vórtices está sin embargo poco explicado, o al menos de forma confusa, para los profanos en aerodinámica. No obstante, vamos con la explicación más plausible.

Para empezar, los vórtices que dan lugar a la estela turbulenta son producto de la sustentación y todos los aviones los producen mientras están en vuelo. En la generación de sustentación, la masa de aire "visitada" por el aeroplano adquiere un movimiento descendente hacia abajo (downwash), con relación al resto del aire, pero además este aire se riza sobre sí mismo alrededor de la parte superior del ala debido al cambio de velocidad del aire, de forma proporcional a la tasa de cambio en la sustentación a lo largo del ala. Este rizado se produce a lo largo de todo el ala, pero en el extremo del ala, donde la sustentación cae rápidamente a cero (ya no hay ala), el rizo se hace más apretado, dando lugar a los vórtices del extremo del ala (wingtips vortex) o estela turbulenta.

En definitiva, la masa de aire deflectada hacia abajo en el borde de salida de cada ala, tiende a enroscarse o rizarse hacia el límite marcado por los vórtices de los extremos del ala (wingtips vortex). El aire rota alrededor de las líneas de vórtice en la dirección indicada en la figura 4.10.1 y en sentido descendente.



Fig.4.10.1 - Estela turbulenta (vórtices).

La fuerza de los vórtices viene determinada por el peso, la velocidad, y las características del ala (superficie, coeficiente de sustentación, etc...). Los vórtices más violentos son los generados por aviones pesados, volando limpios (sin flaps extendidos) y lento. Un avión en vuelo con estas condiciones necesitará producir una gran cantidad de sustentación para soportar su peso, así que por analogía podemos deducir que cuanto más sustentación ha de producir un avión mayor es la fuerza de sus vórtices.

Aunque la fuerza de la estela turbulenta depende de los factores mencionados anteriormente, algunos test han registrado puntas de velocidad tangencial de alrededor de 130 nudos, más que suficiente para poner un avión ligero boca abajo.

Los vórtices forman parte del aire y, lo mismo que el humo de un cigarrillo, no se quedan donde se generan, se desplazan hacia abajo, aceptándose como regla general una velocidad de 500 f.p.m. (pies por minuto) hasta una distancia de unos 1000 ft. por debajo del avión en que tienden a estabilizarse, aunque estos valores dependen como hemos visto, de varios factores. También, si el viento está soplando en una dirección determinada, los vórtices se desplazan en esa misma dirección.

En las cercanías del terreno (dentro de unos 200 ft.), los vórtices tienden a difundirse lateralmente sobre el suelo, a una velocidad aproximada de 5 kts.

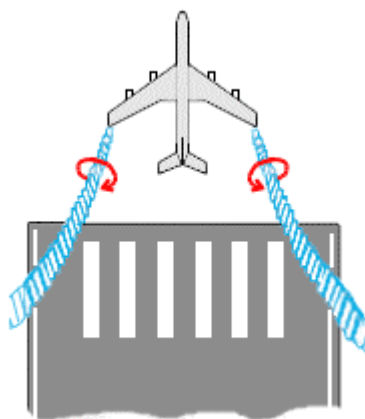


Fig.4.10.2 - Difusión de vórtices en el suelo.

Otro efecto de turbulencia, aunque no tiene nada que ver con el anterior, es el producido por el chorro de salida de los gases de reactores durante las operaciones en el suelo. La velocidad de salida de los gases durante algunas operaciones aconsejan para un aeroplano ligero mantener una distancia prudencial a dicho chorro.

4.10.2 Como evitarla.

La estela turbulenta (vórtices) **solo** se genera cuando el avión produce sustentación, por tanto mientras el avión está en el suelo, aunque esté rodando, no se producen vórtices.

Durante el vuelo. Si vuela en un avión ligero, evite el espacio aéreo debajo y detrás de un avión grande. Evitar el área durante tres o cuatro minutos puede ser suficiente para que los vórtices hayan perdido intensidad y no nos causen problemas.

Durante el despegue. Si despegamos después de un avión grande y pesado, podemos evitar los vórtices -en teoría- si nos vamos al aire en un punto bastante **anterior** al cual despegó el susodicho avión y mantenemos una senda de ascenso por **encima** de este. En la práctica, la primera parte es relativamente fácil, nuestra carrera de despegue seguro que es más corta y nos iremos al aire bastante antes que el precedente. Pero que nuestra senda de ascenso sea más pronunciada (segunda parte) es casi imposible de conseguir, no podemos competir en potencia y capacidad ascensional. Así que la mejor técnica es retrasar nuestro despegue y esperar unos minutos hasta que los vórtices se disuelvan.

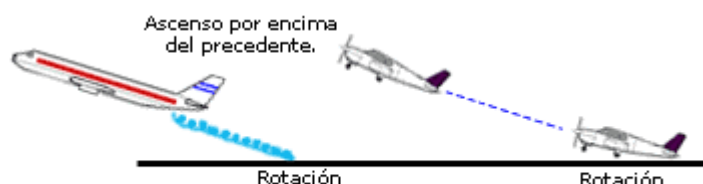


Fig.4.10.3 - Despegue tras un avión con estela turbulenta.

Durante el aterrizaje. Por la misma razón, si vamos a aterrizar tras un avión grande y pesado, evitaremos los vórtices si mantenemos una senda de descenso por **encima** de la suya y contactar con la pista en un punto **posterior** a su punto de contacto.

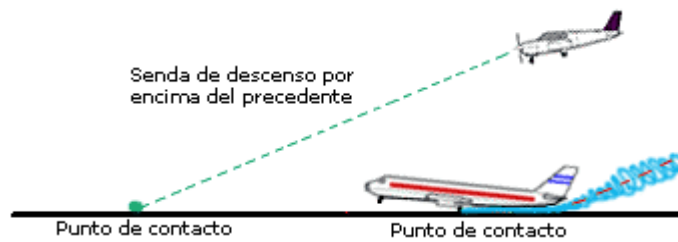


Fig.4.10.4 - Aterrizaje tras un avión con estela turbulenta.

Como lo normal es que el despegue y el aterrizaje se realice contra el viento -viento en cara- ello contribuye a que esto nos acerque los vórtices del precedente.

De los detalles anteriores podemos deducir una regla general para evitar los vórtices: la senda de ascenso o descenso debe estar siempre por encima del avión precedente, y nuestro punto de despegue o aterrizaje en la pista debe estar entre aquellos donde el avión anterior tenía las ruedas en el suelo.

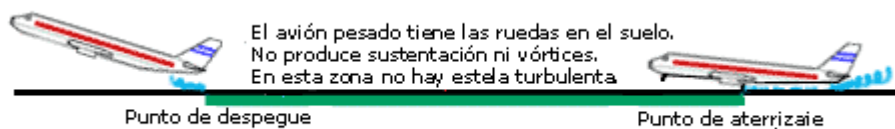


Fig.4.10.5 - Área de despegue o aterrizaje sin estela turbulenta.

Debemos tener en cuenta que los vórtices pueden ser desplazados por el viento, de manera que si vamos a despegar o aterrizar desde una pista paralela o perpendicular a la cual despegó o aterrizó un avión pesado, nos podemos encontrar con estela turbulenta, derivada hacia nuestra pista por el viento.

Sumario:

- Un vórtice (vortex) es una masa de aire que gira sobre si misma, alrededor de un eje de rotación denominado línea de vórtice.
- Los vórtices que dan lugar a la estela turbulenta son producto de la sustentación. No hay sustentación sin vórtices ni vórtices sin sustentación.
- La masa de aire deflectada hacia abajo en el borde de salida de cada ala, tiende a enroscarse o rizarse hacia el límite marcado por los vórtices de los extremos del ala (wingtips vortex).
- El aire rota alrededor de las líneas de vórtice de afuera hacia adentro y en sentido descendente.
- La fuerza de los vórtices depende del peso, la velocidad, y las características del ala.
- Cuanta más sustentación ha de producir un avión mayor es la fuerza de sus vórtices.
- Los vórtices más violentos son los generados por aviones pesados, volando sin flaps extendidos y lento.
- Como regla general, se asume que los vórtices tienen una velocidad de descenso de 500 f.p.m. estabilizándose a unos 1000 ft. por debajo del avión que los produce.
- La estela turbulenta **solo** se genera cuando el avión produce sustentación, por tanto mientras el avión está en el suelo, aunque esté rodando, no se producen vórtices.
- En vuelo, evite el espacio aéreo debajo y detrás de un avión grande. Evitar el área durante tres o cuatro minutos puede ser suficiente para que los vórtices no nos afecten.
- Si se despegamos después de un avión grande y pesado, debemos irnos al aire en un punto bastante **anterior** al cual despegó el avión y mantener una senda de ascenso por **encima** de este. Si no se está seguro de poder hacerlo la mejor técnica es retrasar el despegue y esperar unos minutos hasta que los vórtices se disuelvan.

- Si se aterriza después de un avión grande y pesado, se debe mantener una senda de descenso por **encima** de la suya y contactar con la pista en un punto **posterior** a su punto de contacto.
 - La regla general para evitar la estela turbulenta es: la senda de ascenso o descenso debe estar siempre por encima del avión precedente, y nuestro punto de despegue o aterrizaje en la pista debe ser anterior al punto de despegue del precedente y posterior a su punto de aterrizaje (la zona de pista donde el avión pesado tenía las ruedas en el suelo).
-