



SUA AIR  **HUB MEXICO**
www.suair.net



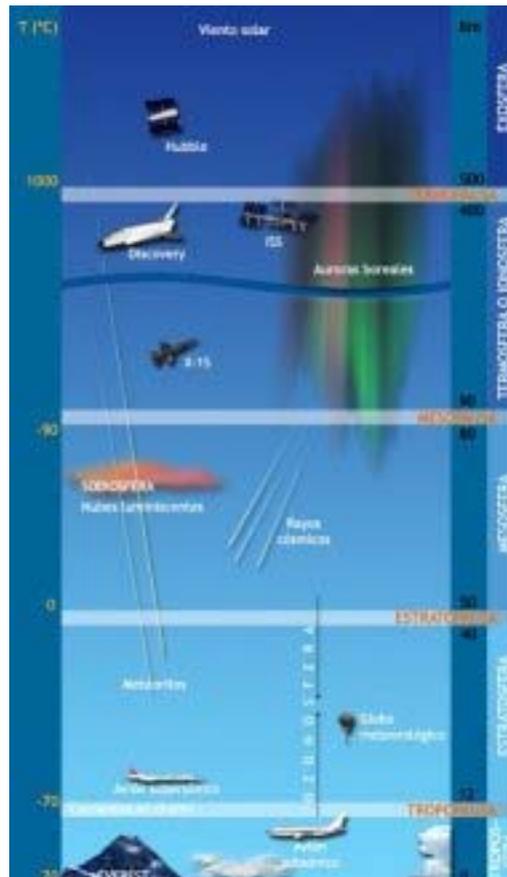
PRINCIPIOS BASICOS

El objetivo de estos primeros capítulos es tratar de explicar de una manera sencilla y con conceptos básicos porqué vuela un avión; es decir, porqué un ingenio mecánico (el avión) más pesado que el aire, se desplaza a través de un medio concreto (el aire), y que fuerzas y leyes que las gobiernan son las que hacen esto posible.

Veamos pues las propiedades, desde un punto de vista aerodinámico, del medio en que el avión se mueve: la atmósfera.



La **atmósfera** es la capa gaseosa que rodea la tierra, compuesta principalmente por una mezcla de gases (78% de nitrógeno, 21% de oxígeno y 1% de otros gases) que denominamos aire.



Estructura vertical de la atmósfera

Troposfera

Se caracteriza porque a través de ella y en sentido vertical, la temperatura desciende constantemente a razón de $6,5^{\circ}\text{C}$ cada 1000 m de altura. Alcanza los 18 km en las regiones ecuatoriales y de 6 a 8 km en los polos. En las zonas templadas tiene un espesor promedio de 13 km.

En esta primera capa se producen todos los fenómenos que determinan el tiempo, ya que aquí se concentra prácticamente todo el vapor de agua del aire, los núcleos de condensación y las mayores variaciones de temperatura.

Su límite superior se llama Tropopausa. Aquí la temperatura en promedio es de -60°C . En la tropopausa deja de disminuir la temperatura.



SUA AIR  **HUB MEXICO**
www.suair.net



Estratosfera

Su característica es que la temperatura se mantiene casi constante o, incluso, aumenta ligeramente con la altura.

Su superficie limitante superior es aproximadamente a unos 50 km de altitud y se llama estratopausa. Aquí la temperatura llega a 0°C. Esta capa llamada capa caliente, parece ser causada por la energía desprendida en la constante producción de ozono (ozonósfera)

Mesosfera

Aquí la temperatura vuelve a descender hasta llegar a los 80 km, a unos -120°C, un mínimo absoluto llamado mesopausa.

Termosfera

En ella la temperatura aumenta sin interrupción, pudiendo llegar a los 1000°C, aunque a esa altura y dado el enrarecimiento del aire pierde sentido la noción de temperatura. Finaliza en la termopausa.

Exosfera

Es el límite difuso entre la atmósfera y el espacio interplanetario. Convencionalmente se fija el límite externo de la atmósfera en los 2000 Km.

Magnetosfera

No contiene gases pero forma una barrera que impide que muchas partículas del espacio lleguen hasta la atmósfera. La mayoría de los satélites que estudian el tiempo se hallan por sobre ella.

A los gases constituyentes de la atmósfera hay que añadir el vapor de agua concentrado en las capas más bajas, cuya cantidad depende de las condiciones climatológicas y la localización geográfica, pudiendo variar entre el 0% y el 5%. A medida que aumenta el vapor de agua, los demás gases disminuyen proporcionalmente.

Este elemento gaseoso que denominamos aire, tiene muchas propiedades importantes, pero para poder explicar porque vuela un avión, en este momento interesa centrarse en las características básicas que definen su comportamiento como fluido:

presión
temperatura
densidad

Estos tres conceptos están íntimamente relacionados y afectan de forma muy importante al vuelo.



SUR AIR
www.surair.net

HUB MEXICO



Presión atmosférica.

Se define como presión a la cantidad de fuerza aplicada por unidad de superficie. De acuerdo con esta definición, presión atmosférica es la fuerza ejercida por la atmósfera sobre una unidad de superficie, fuerza que se debe al peso del aire contenido en una columna imaginaria que tiene como base dicha unidad.

La altura de esta columna y por tanto el peso del aire que contiene, depende del lugar en que nos encontremos. A nivel del mar la columna que tenemos encima es mayor que en la cumbre del Popocatépetl, la cual es a su vez mayor que la que tendríamos en la cima del Everest.

Esta circunstancia indica que una primera cualidad del aire es que la presión decrece con la altura, **"a mayor altura menor presión"**.

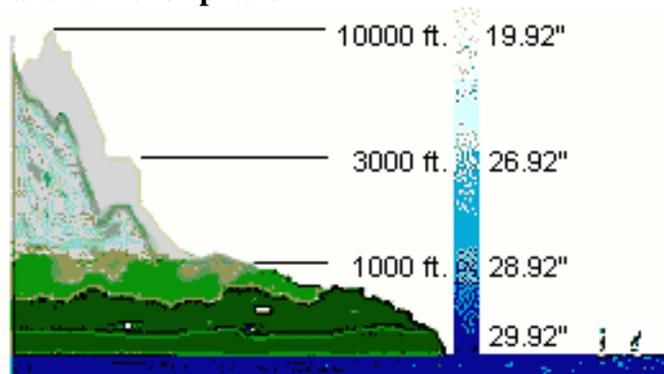


Fig. 1.1.1 - La presión disminuye con la altura.

La magnitud de este decrecimiento es de 1 milibar por cada 9 metros de altura, o 1 pulgada por cada 1000 pies aprox. (1 mb por cada 9 mts. o 1" por cada 1000 ft).

Debido precisamente a esta propiedad, los aviones que vuelan por encima de una altitud determinada deben estar provistos de sistemas de presurización de la cabina de pasajeros.

Para medir la presión atmosférica, se puede utilizar un barómetro de mercurio, un barómetro aneroide, o cualquier otro aparato más sofisticado. En los capítulos dedicados a

Instrumentación veremos que algunos instrumentos del avión basan su funcionamiento en la lectura de esta presión.



Las unidades para medir la presión atmosférica empleadas en la aviación son milibares ($1 \text{ mb} = 10^3 \text{ dinas/cm}^2$) ó pulgadas de mercurio (1 pulgada del barómetro de mercurio equivale aprox. a 34 milibares).

Temperatura del aire.

El calor del sol atraviesa la atmósfera sin elevar significativamente su temperatura, pero la Tierra sin embargo absorbe este calor, eleva su temperatura, y la cede gradualmente a las capas de aire en contacto con ella. En este ciclo continuo, cuanto más alejadas están las capas de aire de la tierra menos calor reciben de ésta.

Debido a esto, una segunda cualidad del aire es que la temperatura disminuye con la altura, "**a mayor altura menor temperatura**".

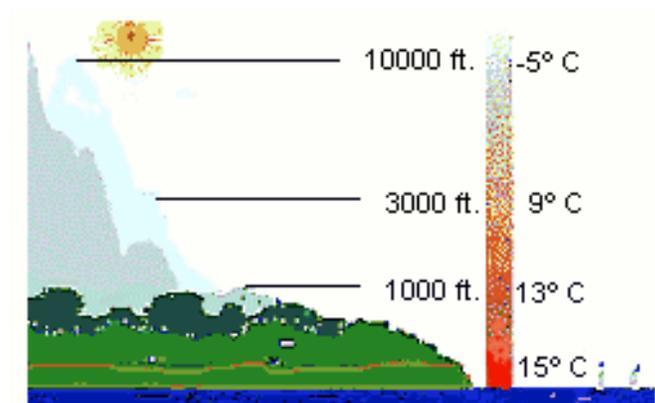


Fig. 1. 1.2 - La temperatura baja con la altura.

La magnitud de este decrecimiento es de aproximadamente $6,5^{\circ}\text{C}$ cada 1000 metros, o lo que es igual $1,98^{\circ}\text{C}$ cada 1000 pies. Estas magnitudes son válidas hasta una altura de 11000 mts. o 36.090 pies a partir de la cual la temperatura se considera constante a $-56,5^{\circ}\text{C}$.



SUR AIR  **HUB MEXICO**
www.surair.net



Aunque las magnitudes dadas no se cumplen exactamente al no ser el aire un gas ideal, estos valores medios son los aceptados como indicativos del comportamiento del aire. Si calentamos una masa de gas contenida en un recipiente, la presión que ejerce esta masa sobre el recipiente se incrementa, lo cual demuestra que hay una relación directa entre temperatura y presión. Así, la presión del aire cálido es mayor que la del aire frío. Al escuchar las predicciones meteorológicas, asociamos ya de forma intuitiva altas presiones con calor y bajas presiones con frío.

Densidad del aire.

La densidad de cualquier cuerpo sea sólido, líquido o gaseoso expresa la cantidad de masa del mismo por unidad de volumen.

$$(d=m/v)$$

Esta propiedad en el aire es en principio mal asimilada por poco intuitiva, pues es cierto que la densidad del aire es poca si la comparamos con la del agua, pero es precisamente ésta diferencia lo que hace el vuelo posible.

Si se comprime, una misma masa de gas ocupará menos volumen, o el mismo volumen alojará mayor cantidad de gas; es decir que la densidad aumenta o disminuye en relación directa con la presión.

Puesto que la presión disminuye con la altura, según esta relación también lo hará la densidad, o sea que **"a mayor altura menor densidad"**.

Sabemos además, que si se aplica calor a un cuerpo, éste se dilata y ocupa más volumen, de forma que en el mismo volumen habrá menos masa, o lo que es equivalente su densidad será menor. Así pues, al aumentar la temperatura del aire disminuye su densidad, **"a mayor temperatura menor densidad"**.

Se plantea ahora un dilema, porque si al aumentar la altura por un lado disminuye la presión (disminuye la densidad) y por otro disminuye la temperatura (aumenta la densidad),

¿cómo queda la densidad? Pues bien, influye en mayor medida el cambio de presión que el de temperatura, resultando que "**a mayor altura menor densidad**".

En capítulos posteriores detallaremos como afecta la densidad al rendimiento general del avión.



SUR AIR  **HUB MEXICO**
www.surair.net



Atmósfera tipo.

La atmósfera tipo o **atmósfera estándar**, conocida como atmósfera **ISA** (International Standard Atmosphere), es una atmósfera hipotética basada en medidas climatológicas medias, cuyas constantes más importantes son:

Unos valores en superficie **al nivel del mar** de:

- Temperatura: 15°C (59°F).
- Presión: 760 mm o 29,92" de columna de mercurio, equivalentes a 1013,25 mb por cm².
- Densidad: 1,325 kg. por m³.
- Aceleración debido a la gravedad: 9,8 ms/segundo².
- Velocidad del sonido: 340,29 ms/segundo.
- Un gradiente térmico de 1,98°C por cada 1000 pies o 6,5°C por cada 1000 mts.
- Un descenso de presión de 1" por cada 1000 pies, o 1 mb por cada 9 metros, o 110 mb por cada 1000 mts.

Esta atmósfera tipo definida por la OACI (ICAO) sirve como patrón de referencia, pero muy raramente un piloto tendrá ocasión de volar en esta atmósfera estándar.

De todos los valores anteriores, los más familiares en aviación son: a nivel del mar una temperatura de 15°C y una presión de 1013 mb. o 29.92", y una disminución de 2°C de temperatura y 1" de presión por cada 1000 pies de altura.

