

Capítulo 1

Meteorología y atmósfera

- 1.1. Breve historia de la meteorología
- 1.2. ¿Qué es la meteorología?
- 1.3. Estaciones meteorológicas
- 1.4. Observaciones meteorológicas
- 1.5. La atmósfera
- 1.6. Capas de la atmósfera
- 1.7. Atmósfera tipo
- 1.8. Coordenadas geográficas
- 1.9. Husos horarios

1.1. Breve historia de la meteorología

En época remotas, la humanidad empezó a interesarse en conocer las condiciones atmosféricas para solucionar problemas relacionados con temporadas de lluvia, sequía, calor, frío, las cuales influían en actividades como la caza y la siembra de cultivos. Con los años, la observación y a fuerza de permanecer siempre en el mismo sitio, las personas fueron desarrollando una especie de intuición para conocer las condiciones atmosféricas y, por ende, una habilidad rudimentaria para predecir el estado del tiempo.

A la necesidad de comprender el comportamiento de la atmósfera y sus efectos sobre la humanidad se sumó una perspectiva científica, la cual se inició con el estudio de los astros, el movimiento de los cuerpos celestes y la relación de las estaciones al movimiento de la Tierra alrededor del Sol. Las observaciones meteorológicas instrumentales comenzaron en el siglo XVII, cuando Galileo Galilei en 1593 inventó un instrumento rudimentario que con el tiempo se convertiría en el termómetro, y su discípulo Torricelli inventó el barómetro (1643), sin saber que éste sería uno de los instrumentos más útiles en el mundo aeronáutico.

Estos primeros avances fueron aprovechados por los oficiales de marina, quienes utilizaron los conocimientos en meteorología para la navegación marítima de la época. Durante la última mitad del siglo XIX, en muchos países aparecieron servicios meteorológicos organizados que difundían información y predicción del tiempo con objetivos más amplios que las necesidades de la navegación marítima.

Al nacer la aviación en 1903 con los hermanos Wright, esos pequeños y débiles aviones enfrentaban toda clase de peligros, porque no se contaba con motores a reacción, materiales adecuados, instrumentación y conocimientos certeros sobre aerodinámica y condiciones atmosféricas en altura.

La segunda mitad del siglo XX trajo consigo los satélites y, con ellos, la posibilidad de generar imágenes meteorológicas que brindaran mejor información sobre el estado del tiempo. También se afianzaron técnicas de predicción del tiempo mediante la implementación de modelos matemáticos resueltos por los ordenadores modernos.

En Colombia, la meteorología nació formalmente en 1969 con el Servicio Colombiano de Meteorología e Hidrología (SCMH), el cual incorporó los instrumentos y datos que se habían adquirido hasta la época. En 1978, cambió su nombre a Instituto Colombiano de Hidrología, Meteorología y Adecuación de Tierras (HIMAT) y, finalmente, en 1995 migra al Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM).

En la Fuerza Aérea Colombiana (FAC), la meteorología nació en 1972 con la adquisición de tres estaciones meteorológicas para los Comandos Aéreos de Combate CACOM-1, 2



y 6. En 1998, se creó la sección de meteorología aeronáutica en el Comando de la Fuerza Aérea (COFAC), y para 2001 se instaló el primer receptor de imágenes satelitales. En 2004, se instauró la Subdirección de Meteorología después de capacitar seis (6) oficiales como Magister en Meteorología en la Universidad Nacional de Colombia. En 2005, se implementó la medición de variables meteorológicas en altura, y en 2006 se hizo lo propio con la predicción meteorológica mediante el uso del modelo meteorológico *Weather Research and Forecasting* (WRF) en la versión 2.1.

Pero fue hasta 2007 cuando se visualizó la meteorología como un sistema, compuesto por personal capacitado, equipos y una plataforma digital conocida como el Sistema de Información Meteorológico de la FAC (SIMFAC). En 2011 se cambiaron las Estaciones Meteorológicas Automáticas (EMAs) de CACOM-1, 2, 4, 6, 7, del grupo Aéreo del Oriente (GAORI) y del Comando Aéreo de Mantenimiento (CAMAN); de igual manera, ese año se adquirió la estación meteorológica portátil *Tactical Meteorological Observation System* (TACMET). En 2012, se capturaron las primeras imágenes satelitales de índole polar y se instaló en COFAC una estación de trabajo con el software *Interactive Radar Information System* (IRIS/Analysis), con capacidad de capturar y analizar información proveniente de los radares meteorológicos colombianos, adquiridos por la Unidad Administrativa Especial de la Aeronáutica Civil (UAEAC). Las capacidades de este software para analizar datos radar pueden encontrarse en el manual de usuario de Vaisala (2017).

Para 2016, el servicio meteorológico de la FAC ya estaba en la capacidad de analizar, diagnosticar y pronosticar las condiciones meteorológicas en cualquier punto del territorio colombiano hasta 72 horas en el futuro. Además, realizaba seguimiento a los fenómenos atmosféricos presentes en Colombia, asesoraba a las tripulaciones en el planeamiento de vuelos nacionales e internacionales, investigaba accidentes aéreos donde la meteorología era considerada un factor contribuyente y generaba productos meteorológicos aplicados en pro del desarrollo seguro de las operaciones aéreas.

1.2. ¿Qué es la meteorología?

Del griego *meteoros* (alto) y *logos* (tratado o estudio), la meteorología es el estudio de los fenómenos atmosféricos y de los mecanismos que producen el tiempo. La Real Academia Española (RAE, 2014) la define como la “ciencia que trata de la atmósfera y de los meteoros”.

La meteorología ha sido utilizada con diferentes fines, cada uno de los cuales constituye una rama de la misma; por ejemplo, la meteorología física, dinámica, experimental, aplicada, sinóptica, agrícola, marítima y aeronáutica. Esta última es de gran interés para nosotros, pues estudia el efecto que los fenómenos meteorológicos tienen sobre las aeronaves y todo lo concerniente a la aeronavegación.

Antes de continuar, es necesario comprender las diferencias entre tiempo y clima. Por un lado, el **tiempo** es el estado de la atmósfera en un momento y punto específico, el cual cambia constantemente influenciado por los diversos parámetros meteorológicos (presión, temperatura, humedad). Por su parte, el **clima** hace referencia a las condiciones atmosféricas predominantes de una región o zona determinada, considerando un largo



período de tiempo (30 años). El clima de una localidad no cambia con facilidad y está determinado por su latitud, orografía y posición geográfica relativa respecto a los continentes y océanos, etc.

En su mayoría, las operaciones aéreas son afectadas por las condiciones del tiempo y no por las condiciones del clima, toda vez que se desarrollan en un momento y punto específico en el cual las condiciones atmosféricas pueden afectar el cumplimiento de la misión. Nótese el correcto uso de los dos términos en el siguiente ejemplo:

*Mi Capitán, el punto de interés se encuentra rodeado por amplias montañas. La visibilidad tiende a ser mínima por la elevada concentración de humedad y espesa vegetación. Levamos realizando operaciones militares ahí por más de 30 años y siempre nos hemos visto expuestos al mal **clima**, acompañado de fuertes vientos y mucha turbulencia. De todas maneras, al momento de realizar la entrega de alimentos y enseres, le recomendamos llamar directamente a la tropa que está ubicada en ese sector; ellos tienen medios de comunicación y le darán directamente las indicaciones reales del **tiempo**.*

Para que la meteorología pueda utilizarse de manera más amplia se requiere realizar observaciones en lugares establecidos, donde es necesario contar con datos meteorológicos para una o varias finalidades, ya sea en tiempo pasado, presente, o ambos. Estos lugares deben reunir determinadas condiciones técnicas normalizadas, a los cuales se les denomina estaciones meteorológicas convencionales.

1.3. Estaciones meteorológicas

Poseen instrumentos meteorológicos divididos en dos grandes grupos: los que terminan en metro (termómetro), y los que terminan en grafo (termógrafo). Los primeros requieren de un observador para que tome la medida en el preciso instante en el cual el sensor toma el dato, mientras que los segundos registran continuamente sus resultados en papel, los cuales pueden ser consultados después por el observador. Una estación meteorológica convencional cuenta, por lo general, con los elementos de la tabla 1.

Tabla 1. Instrumentos comunes en una estación meteorológica convencional.

Instrumento	Variable a medir
Termómetro de máximas	Temperatura máxima registrada en el día
Termómetro de mínimas	Temperatura mínima registrada en el día
Termómetro húmedo	Temperatura húmeda
Termómetro seco	Temperatura normal del aire
Pluviómetro y pluviógrafo	Precipitación acumulada
Tanque de evaporación	Evaporación
Heliógrafo	Horas al día con brillo solar
Anemómetro y anemógrafo	Velocidad y dirección del viento

Fuente: elaboración propia.



En los aeródromos, las Estaciones Meteorológicas Convencionales (figura 1) están siendo reemplazadas por Estaciones Meteorológicas Automáticas (EMAs), las cuales transmiten la información en tiempo real a un software especializado. Este software permite realizar todo tipo de cálculos y algoritmos que facilitan el rápido flujo de información y brindan datos adicionales a las tripulaciones como altura de las nubes, visibilidad horizontal, visibilidad vertical, tiempo presente y presión altimétrica.

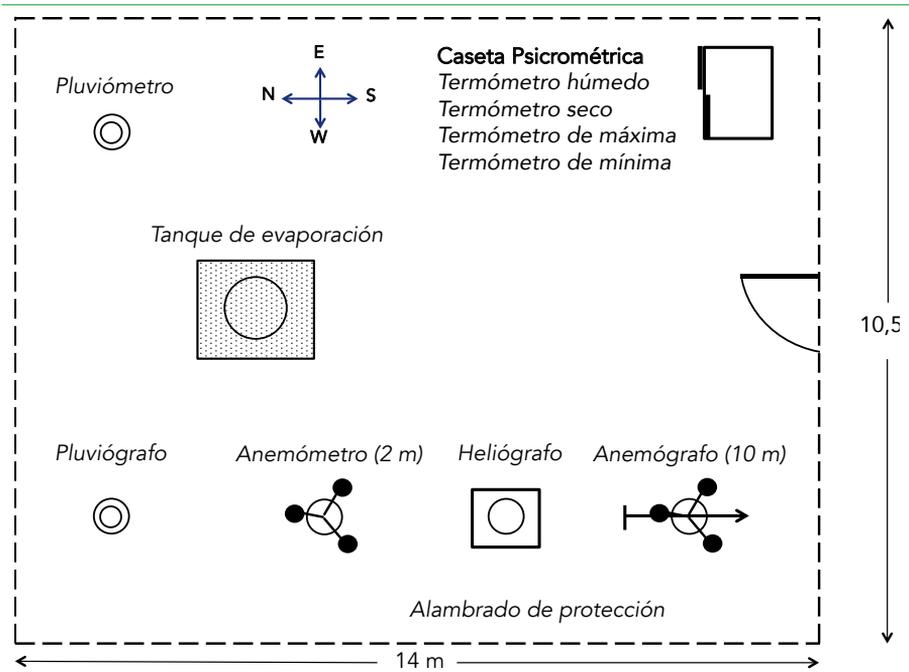


Figura 1. Distribución de instrumentos en una Estación Meteorológica Convencional.

Fuente: elaboración propia.

Para el 2016, la FAC contaba con 7 EMAs (figura 2, derecha) compuestas cada una de ellas por:

- Dos sensores de velocidad del viento (ultrasónico)
- Dos sensores de dirección del viento (ultrasónico)
- Dos paneles solares
- Dos mástiles frangibles de 10 m (en fibra de vidrio)
- Un sensor de temperatura
- Un sensor de humedad
- Un sensor de presión
- Un sensor precipitación
- Tres estaciones de trabajo

- Dos servidores y sistema de visualización
- Dos cámaras tipo WEB (con infrarrojo)
- Un software especializado tipo *Automated Weather Observing System (AWOS)*
- Un sensor descargas eléctricas
- Un RVR (Runway Visual Range)
- Un ceilómetro
- Un ATIS (Automatic Terminal Information Service)
- Un sensor descargas eléctricas

Sólo en CACOM-6

También disponía de un sistema portátil tipo TACMET (figura 2, izquierda) con un sensor de dirección y velocidad del viento de cazoletas, un panel solar, un mástil de 10 m, un sensor de humedad, presión, temperatura, un ceilómetro, un sensor de tiempo presente y un computador robusto con el software AWOS como parte del AVIMET Weather Display, especializado en el análisis estadístico y visualización de datos meteorológicos. Las características de análisis estadístico y visualización de datos meteorológicos de este software pueden ser consultados en el manual de usuario Vaisala (2013).



Figura 2. Estación portátil (TACMET) a la izquierda y fija (EMA) a la derecha.



1.4. Observaciones meteorológicas

La observación meteorológica consiste en la medición de todos los elementos meteorológicos que, en su conjunto, representan las condiciones del estado de la atmósfera en un momento dado.

Las observaciones realizadas metodológicamente y en forma sistemática, uniforme, ininterrumpida y a horas establecidas, permiten conocer las características y variaciones de los elementos atmosféricos, las cuales constituyen los datos básicos que utilizan los servicios meteorológicos para analizar información pasada y realizar análisis de datos en tiempo cuasi real.

1.4.1 Observaciones aeronáuticas

Se trata de observaciones especiales que se realizan en las estaciones meteorológicas instaladas en los aeródromos. Estas observaciones se comunican a las aeronaves en vuelo en las cuales el piloto y los servicios meteorológicos necesitan conocer las condiciones atmosféricas propias de su aeródromo de salida o destino. Las variables más comunes reportadas son: temperatura, fenómenos predominantes, dirección y velocidad del viento, visibilidad horizontal, altura de las nubes, reglaje altimétrico, entre otros, y los cuales se cifran en claves meteorológicas, como las relacionadas en el capítulo 7.

1.4.2 Observaciones de altitud

Estas mediciones se hacen a través de radiosondas, las cuales son elevadas al espacio por medio de globos inflados con helio o hidrógeno y toman datos de presión atmosférica, temperatura, humedad y dirección e intensidad del viento a medida que van ascendiendo desde superficie hasta altitudes aproximadas de 30 km.

Aunque en la mayor parte del mundo se realizan dos lanzamientos diarios (12:00 y 00:00 UTC¹), en Colombia se hace una sola vez por día (12:00 UTC). La FAC lo hace desde CACOM-6 con código de la Organización Meteorológica Mundial (WMO) 80371 y la Aeronáutica Civil en Bogotá (80 222), San Andrés (80 001), y de forma intermitente, en Riohacha (80 035) y Leticia (80 398). La figura 3 representa en color rojo la posición de los radiosondeos colombianos y en azul los puntos de radiosondeo más cercanos al país. ntos de radiosondeo más cercanos al país.

1.4.3 Otras observaciones

Si bien se realizan observaciones a partir de aeronaves en vuelo, también se llevan a cabo diversos tipos de observaciones especiales tales como medición de la radiación, ozono, contaminación atmosférica, hidrológicas, temperatura a varias profundidades de la tierra y humedad del aire a diversos niveles.

¹ Siglas para referirse al Universal Time Coordinated, un estándar de tiempo internacional.



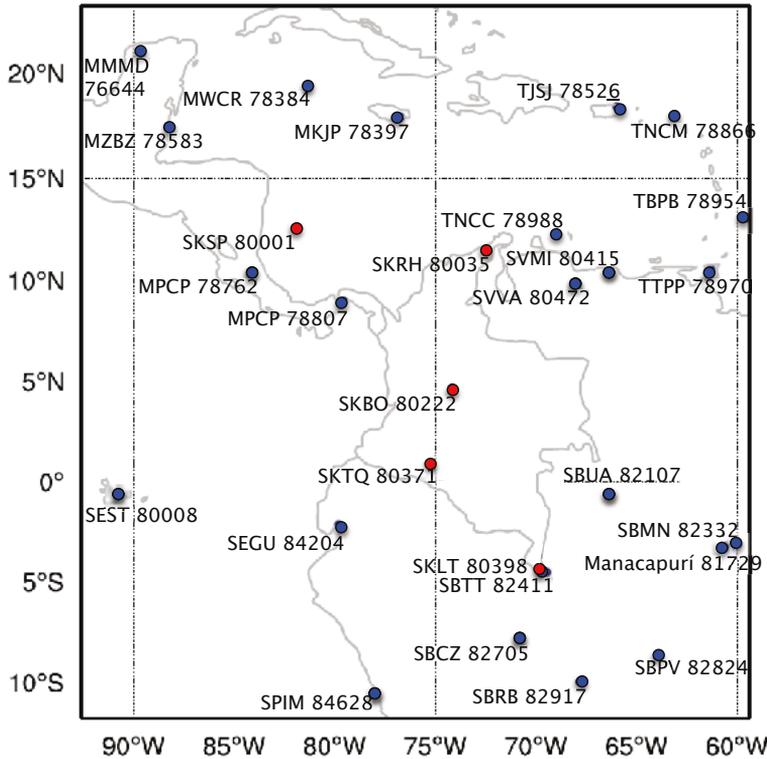


Figura 3. Posición de radiosondas colombianas (rojo) e internacionales (azul).
Fuente: elaboración propia.

1.4.4 Horas en las que se realizan las observaciones

La hora de observación depende del tipo, finalidad y uso de cada observación. Es importante que las observaciones sean sincrónicas y continuas durante varios años para que puedan utilizarse en cualquier estudio o investigación. Para determinado tipo de observaciones, en especial las sinópticas, la WMO ha establecido horas fijas, en tiempo universal coordinado (UTC).

Horas sinópticas principales	Horas sinópticas intermedias
00:00 – 06:00 – 12:00 – 18:00 UTC	03:00 – 09:00 – 15:00 – 21:00 UTC

Las observaciones aeronáuticas se realizan en forma horaria por parte de los controladores aéreos, y en vuelo en cualquier momento por parte del piloto. Como se detallará en el capítulo 13, las observaciones aeronáuticas más importantes son las que se realizan vía satélite utilizando teledetección. Estas observaciones tienen la ventaja de cubrir territorios muy amplios, con una frecuencia de dos a cuatro imágenes por hora para el caso de los satélites geostacionarios.



1.5. La atmósfera

La atmósfera es el conjunto de gases, aerosoles y nubes que envuelve a la Tierra. A nivel del mar y según lo indicado en la tabla 2, el aire seco está compuesto principalmente de nitrógeno (78 %), oxígeno (21 %) y otros gases (1 %). El detalle de la distribución de gases en la atmósfera puede ser consultado en Wallace & Hobbs (2006).

31

Tabla 2. Composición de la atmósfera.

Gas	Porcentaje
Nitrógeno	78,08 %
Oxígeno	20,95 %
Argón	0,93 %
Dióxido de Carbono	0,038 %
Neón	0,0018 %
Helio	0,0005 %
Metano	0,0001 %
Criptón	0,0001 %
Hidrógeno	0,00005 %
Óxido nitroso	0,00003 %
Ozono	0,000001 %

Fuente: Modificado de Wallace & Hobbs (2006).

La atmósfera contiene, además, una proporción variable de vapor de agua, nubes (agua condensada) y hielo. El vapor de agua absorbe la radiación de onda larga emitida por la Tierra, impidiendo que la Tierra se enfríe por la noche hasta unos -20°C , como ocurriría en una atmósfera completamente seca.

A los 25 km de altura, existe en la atmósfera una proporción variable y pequeña de ozono que, gracias a su enorme capacidad de absorción de rayos ultravioleta, protege a los seres vivos del impacto negativo de estos rayos.

1.6. Las capas de la atmósfera

32

La división de la atmósfera puede plantearse desde dos criterios principales: la modificación que se produce en la composición química del aire (homósfera y heterósfera), y la variación de la temperatura a medida que aumenta la altura. Siguiendo este último criterio y como puede ser observado en la figura 4, la atmósfera puede ser dividida en las siguientes capas:

Tropósfera. Por su cercanía a la superficie de la Tierra se considera la primera capa de la atmósfera. En ella, la temperatura disminuye con la altura hasta unos $-56\text{ }^{\circ}\text{C}$. En el trópico puede alcanzar $\sim 20\text{ km}$ de espesor y va decreciendo hasta unos $\sim 9\text{ km}$ en los polos, manteniendo así una altura promedio de 12 km . En esta capa ocurren la mayoría de los fenómenos meteorológicos, así que las aeronaves que la sobrepasen estarán mucho más a salvo de las malas condiciones del tiempo.

Estratósfera. En esta capa, que alcanza unos 50 km de altura, la temperatura aumenta con la altura. La interacción, choque y absorción de los rayos ultravioleta con las altas concentraciones de ozono, generan un calentamiento y aumento de la temperatura hasta pocos grados bajo cero. Esta segunda capa contiene la mayor concentración de ozono a 25 km de altura.

Mesósfera. Esta capa llega hasta los 80 km de altura y en ella la temperatura vuelve a descender con la altura hasta los $-100\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Termósfera. Se extiende de los 80 a 600 km de altura. En ella, los gases se encuentran en estado de disgregación atómica; las partículas con carga eléctrica abundan y al entrar en contacto con los rayos solares, causan un nuevo aumento de temperatura que pueden superar los $1000\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Exósfera. En esta capa la temperatura disminuye nuevamente con la altura, al terminarse la influencia de la carga eléctrica propia de la termósfera. Se encuentra a partir de los 600 km , y es la región donde orbitan la mayoría de los satélites artificiales y donde los fenómenos meteorológicos no tienen la menor influencia.

Todas estas capas están divididas entre sí por subcapas de temperatura constante. Estas pequeñas capas intermedias conservan el nombre de la capa inicial más el sufijo pausa: *tropopausa*, *estratopausa*, *mesopausa* y *termopausa*.

Nota. Una capa bastante nombrada en la composición de la atmósfera es la ionósfera. Esta capa se encuentra normalmente a los 80 km de altura, no hace parte de la división de la atmósfera según su temperatura, y es una capa que contiene gran cantidad de iones, lo que permite la reflexión de las ondas largas de radio. La FAC utiliza esta capa para sus comunicaciones de voz en frecuencia HF (*High Frequency*).



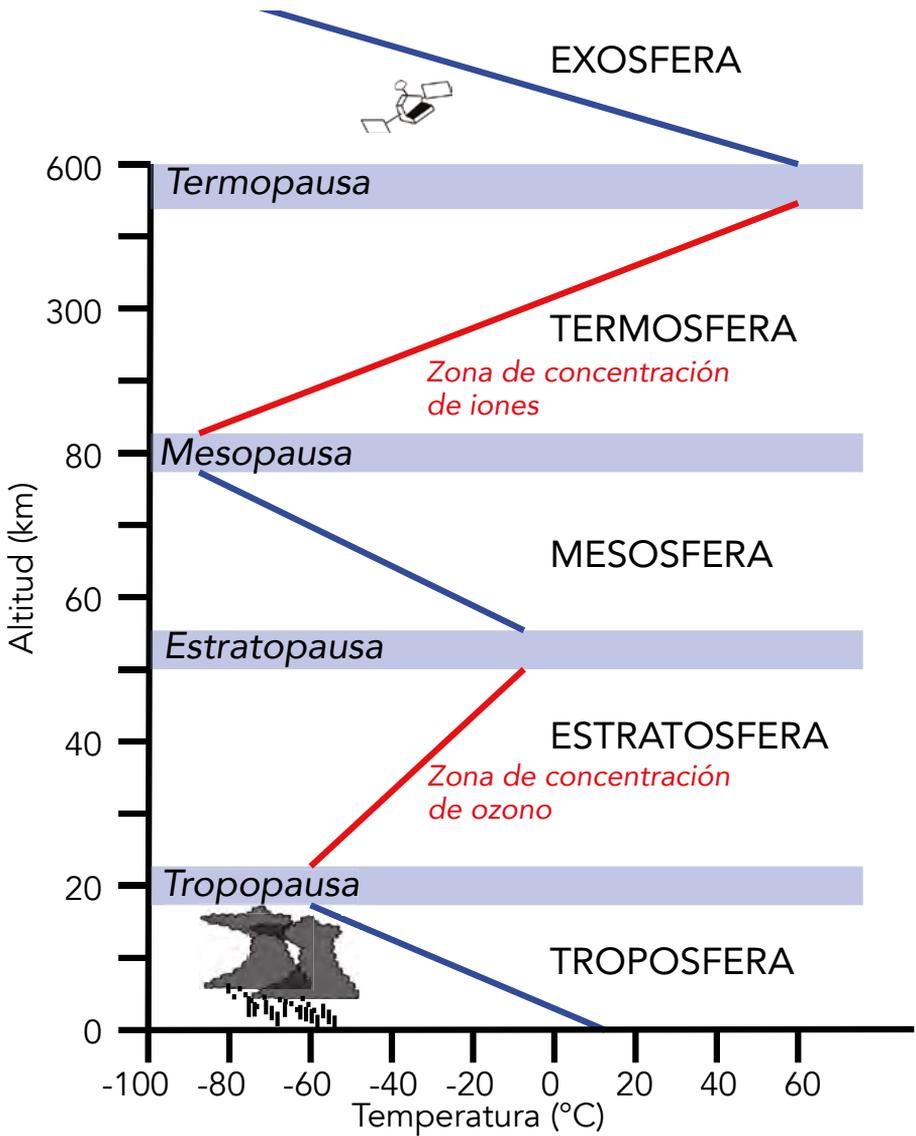


Figura 4. Capas de la Atmósfera.
Fuente: elaboración propia.

1.7. Atmósfera tipo

Siendo la atmósfera un medio esencialmente variable, fue necesario definir la Atmósfera Estándar para contar con unos parámetros de referencia universales, útiles para la calibración de los instrumentos de medición, diseño y rendimiento de aeronaves, etc.

34

La Organización de Aviación Civil Internacional (OACI) definió la *atmósfera tipo*, o *atmósfera estándar*, como un estado atmosférico en el cual la temperatura, la presión y la densidad atmosférica presentan una distribución hipotética vertical conocida como ISA (*International Standard Atmosphere*). Es una atmósfera de referencia basada en promedios climatológicos que asume entre otros, los siguientes valores y gradientes al nivel medio del mar:

- Aceleración debida a la gravedad: $9,80665 \text{ m/s}^2$.
- Densidad: $1\,225 \text{ g/m}^3$.
- Presión: 760 mmHg , $1\,013,25 \text{ mb}$ o $29,92 \text{ "Hg}$.
- Temperatura: $15 \text{ }^\circ\text{C}$.
- Gradiente térmico vertical en donde la temperatura disminuye con la altura $0,65 \text{ }^\circ\text{C} / 100 \text{ m}$ o $2 \text{ }^\circ\text{C} / 1\,000 \text{ ft}$.
- Gradiente de presión en donde la presión disminuye con la altura $1 \text{ mb} / 9 \text{ m}$ o $1 \text{ "Hg} / 1\,000 \text{ ft}$.

1.8. Coordenadas geográficas

Las coordenadas geográficas son líneas imaginarias que dividen la Tierra y normalmente están dadas en términos de grados, minutos y segundos.

La *latitud* mide el ángulo desde el ecuador hasta el polo norte (de 0° a 90°) o desde el ecuador hasta el polo sur (de 0° a -90°). Las líneas de latitud se llaman *paralelos*, las cuales son circunferencias paralelas al ecuador –donde se tiene el mayor círculo de latitud– y disminuyen hacia los polos, donde se reducen a un punto.

La *longitud* mide el ángulo entre un punto de la superficie terrestre y el meridiano de Greenwich, el cual pasa por el Real Observatorio de Greenwich (Londres), y al cual se le asigna el valor 0° . La longitud se mide desde meridiano de Greenwich hasta el este (de 0° a 180°) y desde el meridiano de Greenwich hasta el oeste (de 0° a -180°). Las líneas de longitud son circunferencias llamadas *meridianos*, cuyo diámetro es el eje terrestre y que concurren en los polos. Todos los meridianos tienen el mismo tamaño.

Teniendo en cuenta que la línea imaginaria del ecuador divide al planeta en latitudes positivas y negativas, y que el meridiano de Greenwich hace lo mismo en longitudes



positivas y negativas, puede asignarse una localización exacta a cualquier lugar de la Tierra. Sin embargo, es más común referirse a estos puntos cardinales reemplazando el signo por las terminaciones N (norte), S (sur), E (este) y W (oeste), tal como se muestra en la figura 5.

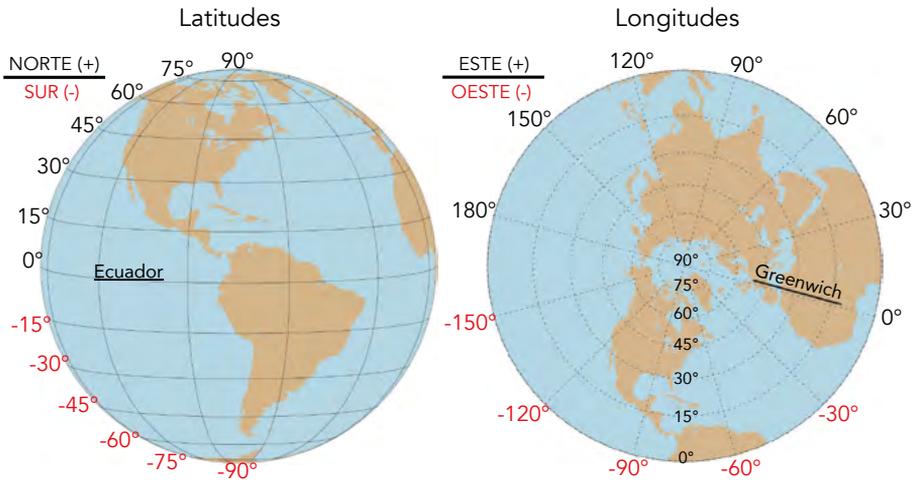


Figura 5. Coordenadas Geográficas.
Fuente: elaboración propia.

1.9. Husos horarios

Los husos horarios hacen referencia a las 24 zonas de la Tierra que fueron divididas según su longitud geográfica. Teniendo en cuenta que la superficie terrestre tiene 360 meridianos, cada 15° de longitud geográfica hay una hora de variación, por lo que existen 24 husos horarios (360/15). Los husos horarios (figura 6) también hacen referencia al aprovechamiento que le damos los humanos a las horas de sol disponibles en el día y a la necesidad de contar con una hora estándar internacional.

En teoría, los países que compartan un mismo huso horario también tendrían una misma hora local (figura 5), pero las amplias extensiones de territorio, estaciones, política y economía hacen que los países modifiquen su huso horario. Para efectos prácticos, se ha reglamentado una hora internacional para la cual el meridiano de Greenwich sirve como referencia. La hora internacional se conoce como *Universal Time Coordinated* (UTC) u hora Zulu² (Z), la cual se usa para todas las coordinaciones aeronáuticas y meteorológicas. Para profundizar la relación entre hora local y hora UTC puede consultar Inzunza (2006).

2 Se utiliza Zulu como parte del alfabeto fonético aeronáutico para referirse a la letra z, letra que ha sido asignada a la zona horaria demarcada por el meridiano de Greenwich.



Husos Horarios

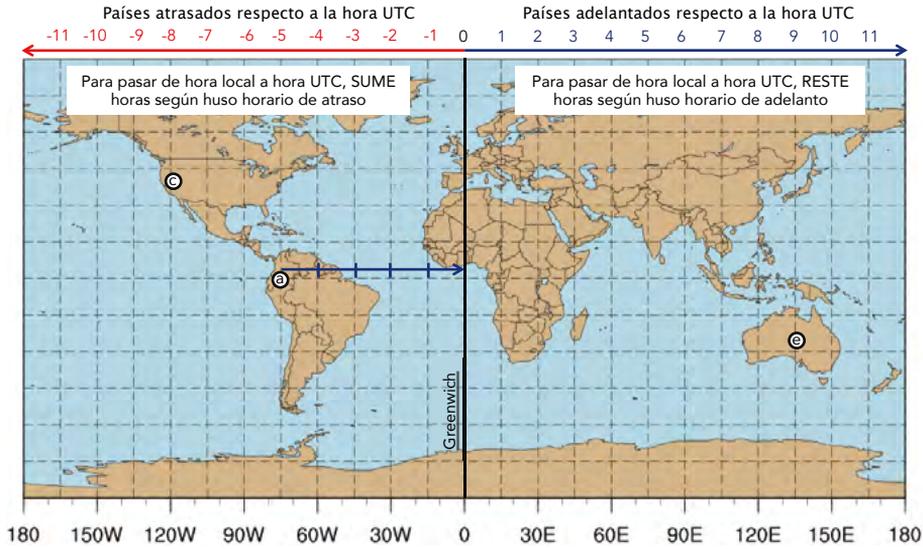


Figura 6. Husos horarios.
Fuente: elaboración propia.

36

Ejemplos basados en la figura 6:

- Si usted está ubicado en Bogotá (Colombia) y son las 7:00 am hora local, ¿qué hora UTC o Zulu es en Bogotá?

$75/15 = 5$	Como Colombia está bajo el huso horario del meridiano -75, se divide 75 entre 15 (cada 15 meridianos cambia el huso horario en más o menos una hora).
7:00 am + 5	Sabiendo que Colombia está ubicada en un meridiano negativo (al Whiskey ³ del meridiano de Greenwich), se suma el resultado de la división (en este caso, 5).
12:00 UTC	El resultado se expresa en horas UTC o Zulu.

Respuesta: Cuando en Bogotá son las 07:00 am, la hora también puede expresarse como las 12:00 UTC o las 12:00 Z.

- Si usted está ubicado en el punto "a" y son las 16:00 hora local, ¿Cuál es la hora local en el punto "e" y "c"?

Hora en el Punto E	
16:00 + 14 horas	Siempre que se desea saber la hora local de un país ubicado al Eco ⁴ del punto de referencia, se deben sumar los husos horarios $(75/15) + (135/15) = 5+9 = 14$
06:00 hora local	El punto "e" presenta 14 horas de diferencia respecto al punto "a" por encontrarse al Eco del punto de referencia

Respuesta: Cuando en el país "a" son las 16:00 (local), en el país "e" son las 06:00 (local) del día siguiente.

3 Whiskey hace parte del alfabeto fonético aeronáutico utilizado para referirse a la letra W, que en este caso representa el Oeste de un punto de referencia.
4 Eco hace parte del alfabeto aeronáutico utilizado para referencia a la letra E, que representa el punto Este de un sistema de referencia.



Hora en el Punto C	
16:00 – 3 horas	Siempre que se desea saber la hora de un país ubicado al Whiskey del punto de referencia, se deben restar los husos horarios $(75/15) - (120/15) = 5 - 8 = -3$
13:00 hora local	El país "c" presenta 3 horas de diferencia respecto al país "a" por encontrarse al Whiskey del punto de referencia

Respuesta: Cuando en el país "a" son las 16:00 local, en el país "c" son las 13:00 (local) o 01:00 pm.

