



Facultad de Ciencias
**Astronómicas
y Geofísicas**

UNIVERSIDAD NACIONAL DE LA PLATA

SECRETARÍA DE DIFUSIÓN

Curso de divulgación

**INTRODUCCIÓN a la
METEOROLOGÍA GENERAL**

Lic. Horacio E. Sarochar

Índice

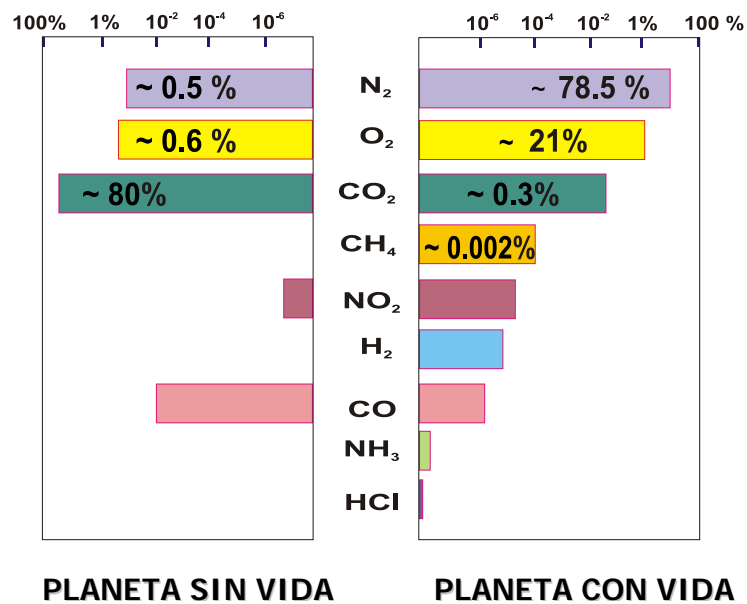
FORMACIÓN, ESTRUCTURA, PRESIÓN Y TEMPERATURA DE LA ATMÓSFERA.....	2
Formación de la atmósfera	2
Estructura de la Atmósfera	3
Presión Atmosférica.....	3
Medición de la Presión.	4
Barómetro de Torricelli.	4
Variación de la Presión con la altura.	5
Temperatura.....	5
Variaciones de temperatura.	5
El ciclo anual de estaciones en la Tierra.	6
Variaciones con los tipos de superficie terrestre.....	6
Variaciones con la Altura.	7
Temperatura del aire o ambiente.	7
EL AGUA EN LA ATMÓSFERA.	9
Vapor de Agua.	9
La humedad.	9
Tensión de vapor (e).....	9
Humedad Relativa (HR).....	10
La Saturación.	10
Punto de Rocío.....	10
Niebla.....	11
Niebla de radiación	11
Niebla de advección.....	12
Nieblas de evaporación.....	12
Nieblas frontales	13
La Precipitación.....	13
Convección:.....	13
Lluvia orográfica:.....	14
Lluvia frontal o ciclónica:	14
Medición de la Precipitación.	15
Tipos de precipitación.....	15
Lluvia.	15
Nieve.	16
Granizo.	17
NUBES	18
Tipos de Nubes.	18
MASAS DE AIRE - ESTABILIDAD E INESTABILIDAD	24
Masas de Aire en la Argentina.	24
Estabilidad e Inestabilidad.	24

FORMACIÓN, ESTRUCTURA, PRESIÓN Y TEMPERATURA DE LA ATMÓSFERA.

Formación de la atmósfera.

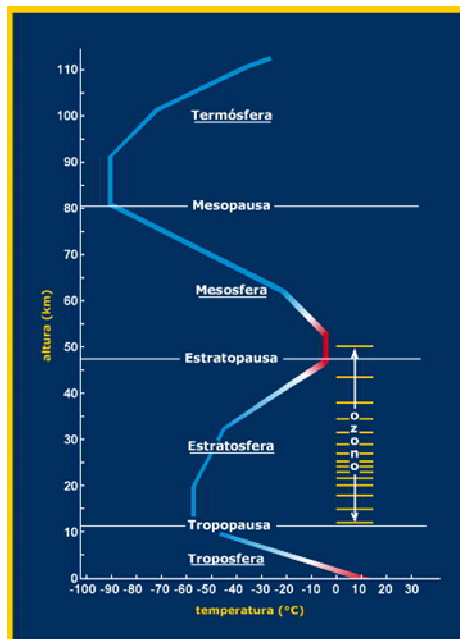
- La atmósfera Comenzó a formarse hace unos 4600 millones de años con el nacimiento de la Tierra.
- La mayor parte de la atmósfera primitiva se perdió en el espacio, pero nuevos gases y vapor de agua se fueron liberando de las rocas que forman nuestro planeta.
- La atmósfera de las primeras épocas de la historia de la Tierra estaría formada por vapor de agua (H₂O), dióxido de carbono (CO₂) y nitrógeno (N₂), junto a muy pequeñas cantidades de hidrógeno (H₂) y monóxido de carbono (CO) pero con ausencia de oxígeno.
- La actividad fotosintética de los seres vivos introdujo oxígeno y ozono (a partir de hace unos 2500 o 2000 millones de años) y hace unos 1000 millones de años la atmósfera llegó a tener una composición similar a la actual.
- También las plantas y otros organismos fotosintéticos toman CO₂ del aire y devuelven O₂, mientras que la respiración de los animales y la quema de bosques o combustibles realiza el efecto contrario: retira O₂ y devuelve CO₂ a la atmósfera.

% Aprox. de los Gases Atmosféricos, Antes y Después de la aparición de las Especies que requieren Oxígeno para sobrevivir



Estructura de la Atmósfera.

- La troposfera: abarca hasta un límite superior llamado tropopausa que se encuentra a los 9 Km en los polos y los 18 km en el ecuador. En ella se producen importantes movimientos verticales y horizontales de las masas de aire (vientos) y hay relativa abundancia de agua, por su cercanía a la hidrosfera. Por todo esto es la zona de las nubes y los fenómenos climáticos: lluvias, vientos, cambios de temperatura, etc. Es la capa de más interés para la meteorología. En la troposfera la temperatura va disminuyendo conforme se va subiendo, hasta llegar a -70°C en su límite superior.
- La estratosfera: sigue a la tropopausa y llega hasta un límite superior llamado estratopausa que se sitúa a los 50 kilómetros de altitud. En esta capa la temperatura va aumentando hasta llegar a ser de alrededor de 0°C en la estratopausa. Casi no hay movimiento en dirección vertical del aire, pero los vientos horizontales llegan a alcanzar frecuentemente los 200 km/h. En esta parte de la atmósfera, entre los 30 y los 50 kilómetros, se encuentra el ozono que tan importante papel cumple en la absorción de las dañinas radiaciones de onda corta.
- La mesosfera y la termosfera se encuentran a partir de la estratopausa. En ellas el aire está tan enrarecido que la densidad es muy baja. Son los lugares en donde se producen las auroras boreales y en donde se reflejan las ondas de radio, pero su funcionamiento afecta muy poco a los seres vivos.



Presión Atmosférica.

- ▶ En física la presión está definida como al cociente entre la acción de una fuerza sobre la unidad de superficie.
$$P = F/S$$
- ▶ Por lo tanto, la presión atmosférica es numéricamente igual al peso de una columna de aire que tiene como base la unidad de superficie y como altura la de la atmósfera.
- ▶ La presión disminuye rápidamente con la altura pero además hay diferencias de presión entre unas zonas de la troposfera. Son las denominadas zonas de **altas**

presiones, cuando la presión reducida al nivel del mar, es mayor de 1.013 **hectopascales** o zonas de **bajas presiones** si el valor es menor que ese número.

- ▶ El aire se desplaza de las áreas de más presión a las de menos formándose de esta forma los vientos.
- ▶ En los mapas meteorológicos, se llaman **isobaras** a las líneas que unen puntos de igual presión. Los mapas de isobaras son usados por los meteorólogos para las predicciones del tiempo.

Medición de la Presión.

- El **barómetro** de mercurio es un instrumento utilizado para medir la presión atmosférica.
- El primer Barómetro lo ideó **Evangelista Torricelli** utilizando una cubeta y un tubo de vidrio llenos de mercurio, el tubo se introduce en el mercurio contenido en la cubeta de vidrio y se libera a la acción de la atmósfera. El barómetro de **Fortin** se basa en este principio.
- En la actualidad, la comunidad científica internacional ha adoptado el Sistema Internacional (SI), cuyas unidades fundamentales son el metro, el kilogramo y el segundo. Para este sistema la unidad de presión es el newton por metro cuadrado, denominado "**pascal**" (Pa). Debido a que es una unidad muy pequeña y a efectos de facilitar la transición de un sistema a otro, se ha optado por expresar la presión atmosférica en "**hectopascales**" (hPa), es decir, en centenares de pascales. El hectopascal es idéntico al **milibar** (1 hPa = 1mb).

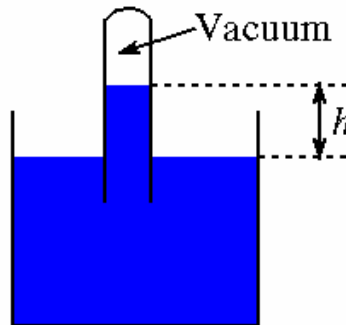
Barómetro de Torricelli.

Barometer

$$P = P_{\alpha} + \rho g h$$

$$P = \rho g h$$

absolute pressure



$$\text{water } (\rho = 1000 \text{ kg/m}^3) : h = \frac{P_{\alpha}}{\rho g} = \frac{1.013 \times 10^5 \text{ Pa}}{10^3 \text{ kg/m}^3 \cdot 9.8 \text{ m/s}^2} = 10.3 \text{ m}$$

$$\text{mercury } (\rho = 13.6 \rho_{H_2O}) : h = 0.76 \text{ m}$$

1 Torr = 1 mm Hg (common lab unit)

Variación de la Presión con la altura.

Características de la atmósfera en distintas alturas. Promedios válidos para las latitudes templadas.

Altura (m)	Presión (hPa)	Densidad (g/dm ³)	Temperatura (°C)
0	1013,0	1,226	15,0
1000	898,6	1,112	8,5
2000	794,8	1,007	2,0
3000	700,9	0,910	-4,6
4000	616,2	0,820	-11,0
5000	540,0	0,736	-17,5
10000	264,1	0,413	-50,0
15000	120,3	0,194	-56,6

Temperatura.

- Es una magnitud que mide el contenido de energía cinética interna de las partículas (átomos o moléculas) que forman un cuerpo.
- Las escalas de temperatura más comúnmente usadas son dos: Celsius y Fahrenheit. Con fines de aplicaciones físicas o en la experimentación, es posible hacer uso de una tercera escala llamada Kelvin o absoluta.
- La escala Celsius es la más difundida en el mundo y se la emplea para mediciones de rutina, en superficie y en altura.
- Un algoritmo sencillo hace posible pasar de un valor de temperatura, en una escala, a unos en la otra y viceversa, o sea:

$$^{\circ}\text{C} = 5/9 (^{\circ}\text{F} - 32) \quad \text{y} \quad ^{\circ}\text{F} = 9/5 (^{\circ}\text{C} + 32)$$

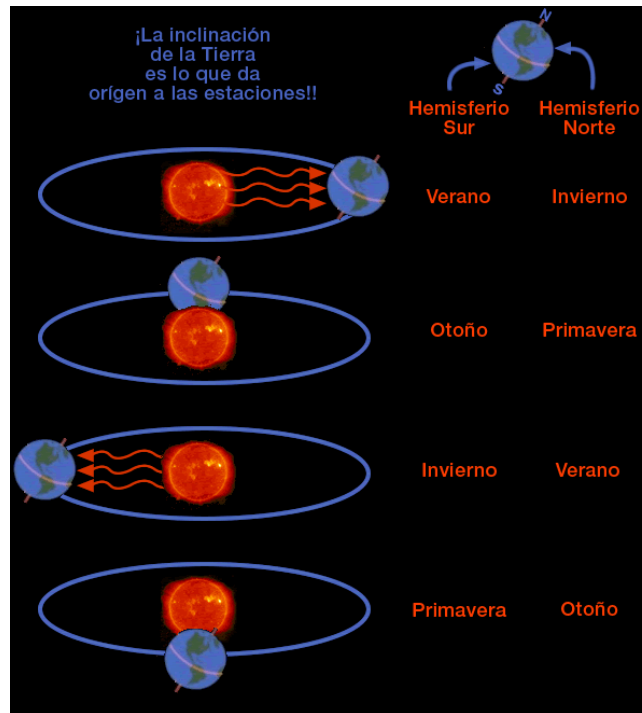
Variaciones de temperatura.

- La cantidad de energía solar recibida, en cualquier región del planeta, varía con la hora del día, con la estación del año y con la latitud.
- Estas diferencias de radiación originan las variaciones de temperatura. Por otro lado, la temperatura puede variar debido a la distribución de distintos tipos de superficies y en función de la altura.
- Ejercen influencia sobre la temperatura: La variación diurna, distribución latitudinal, variación estacional, tipos de superficie terrestre y la variación con la altura.
- **Variación diurna:** Se define como el cambio en la temperatura, entre el día y la noche, producido por la rotación de la tierra.

- **Variación de la temperatura con la latitud:** En este caso se produce una distribución natural de la temperatura sobre la esfera terrestre, debido a que el ángulo de incidencia de los rayos solares varía con la latitud geográfica.
-

El ciclo anual de estaciones en la Tierra.

- **Variación estacional:** se debe al hecho que la Tierra circunda al Sol, en su órbita, una vez al año, dando lugar a las cuatro estaciones: verano, otoño, invierno y primavera.
- El eje de rotación de la Tierra está inclinado con respecto al plano de su órbita; entonces el ángulo de incidencia de los rayos solares varía, estacionalmente, en forma diferente para ambos hemisferios.



Variaciones con los tipos de superficie terrestre.

- La distribución de continentes y océanos produce un efecto muy importante en la variación de temperatura.
- Al establecerse diferentes capacidades de absorción y emisión de radiación entre tierra y agua (capacidad calorífica), podemos decir que las variaciones de temperatura sobre las áreas de agua experimentan menores amplitudes que sobre las sólidas.
- Sobre los continentes, existen diferentes tipos de suelos en cuanto a sus características: desérticos, selváticos, cubiertos de nieve, etc. Así, suelos muy húmedos, como pantanos o ciénagas, actúan en forma similar a las superficies de agua, atenuando considerablemente las variaciones de temperatura.

- También la vegetación espesa tiende a atenuar los cambios de temperatura, debido a que contiene bastante agua, actuando como un aislante para la transferencia de calor entre la Tierra y la atmósfera.
- Por otro lado, las regiones desérticas o áridas permiten grandes variaciones en la temperatura. Esta influencia climática tiene a su vez su propia variación diurna y estacional.

Variaciones con la Altura.

- A través de la primera parte de la atmósfera, llamada troposfera, la temperatura decrece normalmente con la altura.
- Este decrecimiento de la temperatura con la altura se denomina **Gradiente Vertical de Temperatura**, definido como un cociente entre la variación de la temperatura y la variación de altura, entre dos niveles.
- En la troposfera el G.V.T. medio es de aproximadamente $6.5^{\circ} \text{C} / 1000 \text{ m}$. Sin embargo a menudo se registra un aumento de temperatura, con la altura, en determinadas capas de la atmósfera. A este incremento de la temperatura con la altura se la denomina **inversión de temperatura**.
- Una inversión de temperatura se puede desarrollar a menudo en las capas de la atmósfera que están en contacto con la superficie terrestre, durante noches despejadas y frías, y en condiciones de calma o de vientos muy suaves.
- Superada esta capa de inversión térmica, la temperatura comienza a disminuir nuevamente con la altura, restableciéndose las condiciones normales en la troposfera.

Temperatura del aire o ambiente.

- Es la temperatura del aire registrada en el instante de la lectura.
- **Punto de rocío (Temperatura de punto de rocío):** es la temperatura a la cuál el aire alcanza la saturación, es decir se condensa. Esta temperatura es determinada por medio del **Psicrómetro**.
- **Temperatura Máxima:** es la mayor temperatura registrada en un día, y que se presenta entre las 14:00 y las 16:00 horas.
- **Temperatura Mínima:** es la menor temperatura registrada en un día, y se puede observar en entre las 06:00 y las 08:00 horas.



Psicrómetro August

EL AGUA EN LA ATMÓSFERA.

Vapor de Agua.

- La atmósfera terrestre contiene cantidades variables de agua en forma de vapor. La mayor parte se encuentra en los cinco primeros kilómetros del aire, dentro de la troposfera, y procede de diversas fuentes terrestres gracias al fenómeno de la evaporación. el cual es ayudado por el calor solar y la temperatura propia de la Tierra.

La humedad.

- Las precipitaciones suelen acompañar al aire muy húmedo, mientras que el aire seco tiende a hacer que el agua terrestre se evapore, en vez de enviar más líquido sobre la Tierra.
- Interesa saber cuánto vapor de agua existe expresado como porcentaje de la cantidad máxima que puede contener el aire saturado a una determinada temperatura. Este porcentaje es conocido como humedad relativa.
- El contenido de agua en la atmósfera depende, principalmente, de la temperatura. Cuanto más caliente está una masa de aire, mayor es la cantidad de vapor de agua que puede retener.

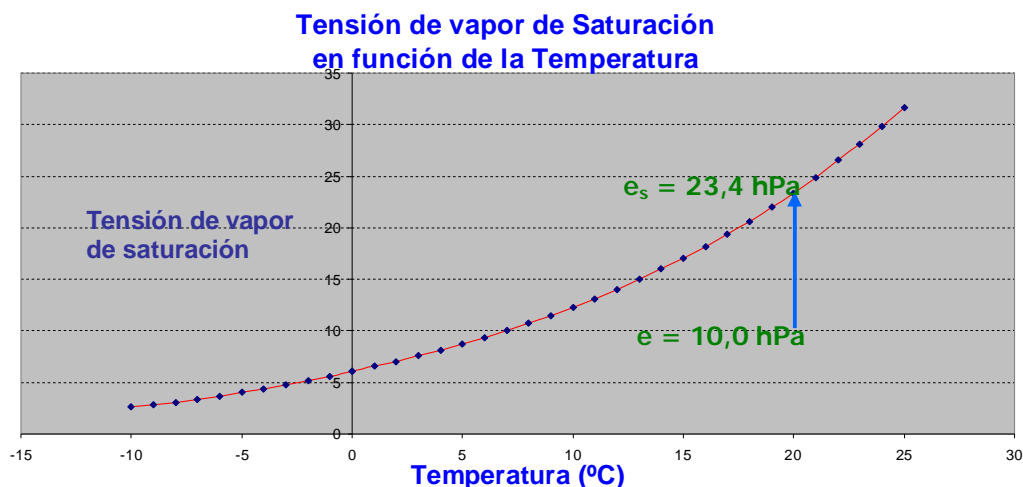
Tensión de vapor (e)

La tensión de vapor se define como la presión que tendría el vapor de agua si ocupara él solo el volumen ocupado por el aire húmedo.

La cantidad de vapor que el aire puede contener es limitada.

Cuando se alcanza este límite, se dice que el aire está saturado.

La presión de vapor así, es la tensión de vapor de saturación (e_s) y depende únicamente de la temperatura.



Humedad Relativa (HR).

La humedad relativa es el cociente entre la tensión de vapor de una muestra de aire y la tensión de vapor de la misma muestra de aire saturado a la misma presión y a la misma temperatura, según la siguiente fórmula:

$$HR = \frac{e}{e_s} \times 100$$

Aplicando los datos del cuadro anterior se tiene:

$$HR = \frac{10 \text{ hPa}}{23,4 \text{ hPa}} \times 100 = 43\%$$

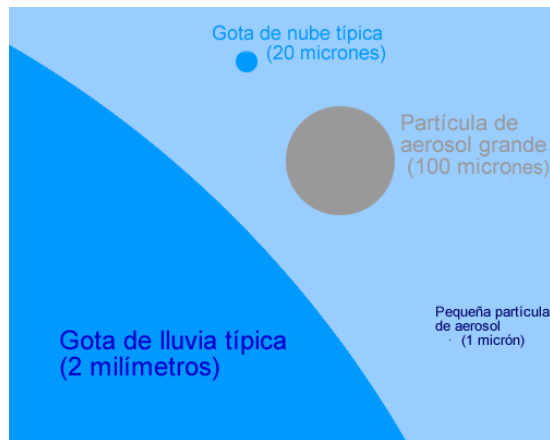
Este parámetro es altamente dependiente de la temperatura.

La Saturación.

- Cuando una masa de aire contiene la máxima cantidad de vapor de agua admisible a una determinada temperatura, es decir, que la humedad relativa llega al cien por ciento, el aire está saturado.
- Si estando la atmósfera saturada se le añade más vapor de agua, o se disminuye su temperatura, el sobrante se condensa. Cuando el aire contiene más vapor de agua que la cantidad que tendría en estado de saturación, se dice que está sobresaturado.

Punto de Rocío.

- Si una masa de aire se enfría lo suficiente, alcanza una temperatura llamada *punto de rocío*, por debajo de la cual no puede mantener toda su humedad en estado de vapor y éste se condensa, convirtiéndose en líquido, en forma de gotitas de agua. Si la temperatura es lo suficiente baja se originan cristales de hielo.
- Casi siempre se necesita algo, sobre lo que el vapor pueda condensarse, superficies o cuerpos apropiados donde depositarse. Son impurezas procedentes de la Tierra. Se conocen como *núcleos de condensación*.
- Los núcleos de condensación pueden ser partículas de polvo, sales marinas, humo, etc. En aire totalmente limpio teóricamente no podría ocurrir la condensación o sucedería a temperaturas tan extremas como -40 °C.
- La condensación del vapor de agua puede ocurrir por dos procesos distintos: por *enfriamiento* y por la *adición de vapor*. El más frecuente es el primero, puede ocurrir de diferentes modos:
 - Mediante un *ascenso*: el aire, al ascender, penetra en capas de presiones menores y se expande, lo que le produce un enfriamiento.
 - Por *desplazamiento horizontal* sobre una superficie más fría, entrega calor al suelo.



Niebla.

- La niebla es un conjunto de minúsculas gotitas de agua que entorpecen la visibilidad. La niebla no es más que una nube a nivel del suelo.
- Se dice que se trata de niebla, cuando la visibilidad está reducida a menos de 1 Km. Si la visibilidad es superior a 1km pero menor que 10km, se la define como neblina.
- Las nieblas, se clasifican según el proceso que les da origen en:
 - Niebla de radiación.
 - Niebla de advección.
 - Niebla de evaporación
 - Humo de mar
 - Nieblas frontales

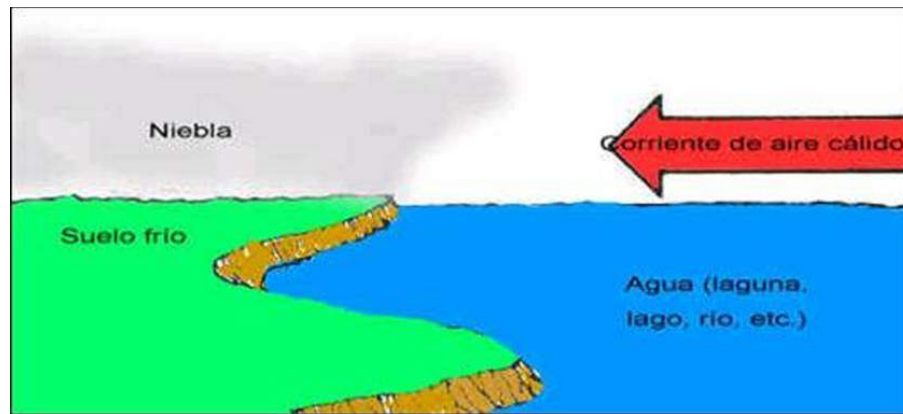
Niebla de radiación

- En este caso el aire se enfría por pérdida de calor desde el suelo durante la noche (por irradiación de calor al espacio).
- Este enfriamiento del suelo hace que el aire en contacto con él también se enfríe.
- La capa afectada, resulta ser de unos pocos metros de espesor, ya que el aire es pésimo conductor de calor.



Niebla de advección

- Se genera cuando una corriente de aire cálido y húmedo se desplaza sobre una superficie más fría.
- El aire se enfría desde abajo, su humedad relativa aumenta, pudiendo llegar a la saturación.
- Para su formación, es necesario que los vientos sean moderados (entre 8 y 24 km/h.) de manera que pueda mantenerse el flujo constante de aire cálido y húmedo.
- Las *nieblas de advección* son frecuentes a lo largo de las costas, especialmente en invierno, cuando el aire húmedo proveniente del mar fluye hacia la tierra.



Nieblas de evaporación.

Humo de mar: Este tipo de niebla se origina cuando una corriente de aire frío se desplaza o permanece sobre el mar o espejos de agua relativamente más calientes. En estas condiciones, se produce una incorporación de vapor de agua desde el mar al aire. Este vapor satura enseguida al aire frío y se condensa formando nieblas. Son comunes en las zonas polares, cuando el aire muy frío ($-15\text{ }^{\circ}\text{C}$ o $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$) se mueve sobre el mar libre de hielos (con una temperatura alrededor de $0\text{ }^{\circ}\text{C}$)



Nieblas frontales

- Este tipo de niebla se genera delante de un frente caliente. Cuando llueve, si el agua que cae tiene mayor temperatura que el aire de su entorno, las gotas de lluvia se evaporan y el aire tiende a saturarse.
- Se forman así nubes bajas o nieblas dentro del aire frío.
- Son nieblas generalmente espesas y muy persistentes. Se disipan luego del paso del frente.
- Su frecuencia es máxima en la zona del Río de la Plata, provincia de Buenos Aires y Uruguay, en el otoño e invierno.

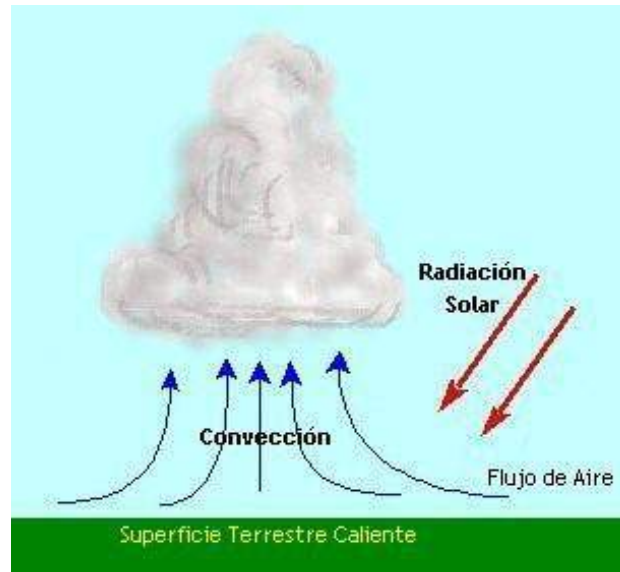


La Precipitación.

- ▶ La precipitación puede, producirse por la caída directa de gotas de agua o de cristales de hielo que se funden, las gotas son mayores cuanto más alta está la nube que las forma y más elevada es la humedad del aire, ya que se condensa sobre ellas el vapor de las capas que van atravesando.
- ▶ Durante el largo recorrido, muchas gotas llegan a juntarse, fenómeno que también se presenta en los cristales de hielo.
- ▶ Estas gotas caen en virtud de su peso, y lo hacen a una velocidad que varía entre 4 y 8 m/s, según sea el tamaño de las mismas y la influencia del viento.
- ▶ En cuanto a su tamaño, varía entre 0,7 y 5 milímetros de diámetro. No obstante, una típica gota de precipitación denominada lluvia tiene un milímetro de diámetro.
- ▶ **La lluvia resulta del ascenso y enfriamiento del aire húmedo, ya que a menos temperatura no puede retener todo su vapor de agua, parte del cual se condensa rápidamente, lo que ocurre de varias formas:**

Convección:

Se produce cuando una masa de aire asciende debido a que su temperatura es mayor y, por tanto, es más ligera que el aire que la rodea. El resultado es que la masa se enfría y se origina el proceso de condensación, lo que da lugar a la lluvia por convección.



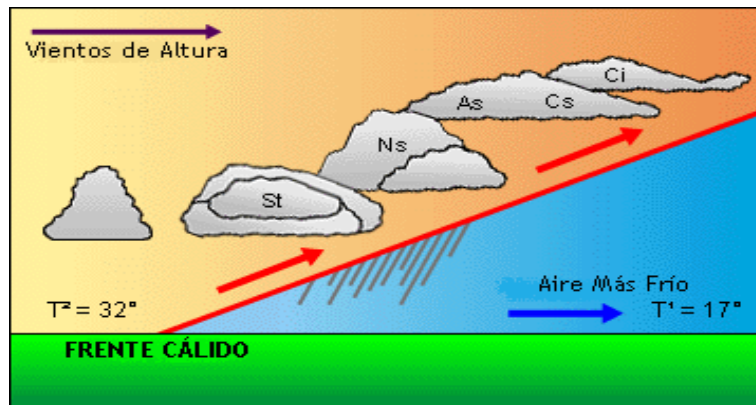
Lluvia orográfica:

Ocurre cuando una masa de aire también puede ser forzada a subir a niveles más fríos, cuando encuentra una cadena montañosa en su camino, por ejemplo. La lluvia producida por este método se denomina *lluvia orográfica o de relieve*.



Lluvia frontal o ciclónica:

Es un proceso similar al anterior y tiene lugar cuando una masa de aire caliente se encuentra con una gran masa de aire frío. Como las masas de aire generalmente no se mezclan, el aire caliente asciende, deslizándose por encima del frío, produciéndose el enfriamiento, condensación y precipitación.



Medición de la Precipitación.

- El pluviómetro, es el instrumento que se emplea en los centros de investigación meteorológica para la recogida y medición de la lluvia caída.
- La unidad de medida de la precipitación es el *milímetro de precipitación* y equivale a una lámina de 1 m² de superficie y 1 mm de espesor. En volumen representa 1 litro de agua por metro cuadrado.



Tipos de precipitación

Lluvia.

- **Agua líquida:** es la forma más común y resulta de la caída directa de las nubes. A menudo la precipitación comienza como hielo pero se funde en su trayecto a la tierra. . Abarca superficies de regular extensión. Se compone de gotas mayores de 0,5 mm de diámetro, que caen con una velocidad superior a 3 m/s. La nube que la genera es el Nimbostratus. Según su mayor o menor intensidad, se las denomina lluvia fuerte, moderada o ligera.
- **Lluvia general:** es una lluvia de larga duración (de 3 a 48 horas) y de importante registro (de 10 a 200 mm), abarca grandes extensiones, comúnmente provincias o países enteros. Es lluvia producida por la elevación de masas de aire calientes y húmedas.
- **Llovizna:** suele ser también de larga duración, pero de poca intensidad, no pasando de 1 mm por hora. Las lloviznas se producen en igualdad de condiciones que las lluvias generales, pero las masas de aire de las que provienen, o no son muy húmedas o no fueron elevadas muy altas. Son precipitaciones uniformes, formadas por gotitas de

diámetros menores a 0,5 mm, las que, debido a la pequeña velocidad de caída, parecen flotar en el aire.

- **Garúa:** es una llovizna de niebla. No afecta mayormente la visibilidad. Debido a su reducido peso y tamaño, las gotitas se mueven aleatoriamente en todas direcciones, por lo que parecen mojar por todos lados. La cantidad de agua que precipita es muy escasa. Las garúas son muy frecuentes en las costas chilenas, especialmente durante los meses de agosto y septiembre, época en que las neblinas suelen tener un espesor de 300 a 400 m
- **Chaparrón o chubasco:** son lluvias breves pero de muy alta intensidad, pudiendo alcanzar varias decenas de milímetros por hora.
- **Aguacero:** es también una lluvia breve, pero a diferencia del chaparrón, mucho más abundante. Sus variedades más importantes son:
 - a) **Aguacero fuerte:** es una lluvia breve, muy fuerte, reducida a una pequeña zona.
 - b) **Aguacero torrencial:** es breve, pero fortísimo. Suele producir daños materiales.

Tanto el chaparrón como los aguaceros son lluvias de poca duración (de 5 a 60 minutos), pero de mucha intensidad (de 50 a 200 mm). Son lluvias producidas por el ascenso violento de masas de de aire calientes y húmedas.

Nieve.

La nieve baja en copos más o menos grandes que presentan una estructura cristalina de variadas formas, la más corriente es que adopten forma de estrella de seis puntas. La nieve se forma cuando la temperatura es tan baja que el agua adquiere estado sólido.



- **Nieve común:** los cristales de hielo primitivos crecen y se agrupan, formando cristales de nieve de formas bellísimas, que a su vez, durante la caída, se coagulan en copos de nieve. La nieve se puede formar a cualquier temperatura por debajo de 0 °C. La velocidad de caída normalmente no supera los 2 m/s.
- **Agua nieve:** es una mezcla de nieve y lluvia, que se produce cuando la nieve atraviesa una capa de aire algo más cálida, en ella los copos pequeños tienen tiempo suficiente para licuarse.
- **Nieve granulada:** está formada por granos blancos, opacos, algo aplanados, cuya dimensión no supera el milímetro. Cuando tocan tierra no rebotan, ni se rompen. La nieve granulada representa una formación intermedia entre la nieve y el granizo blando. Su esqueleto primitivo lo forman cristales de nieve, que luego son recubiertos por las gotitas de agua en estado de sobrefusión con que chocan durante su caída. La nieve granulada cae, en general, a temperaturas debajo de 0 °C, pero en un ambiente sobresaturado respecto del agua, o sea de humedad relativa superior a 100 %.
- **Agujas de hielo:** son cristales de hielo muy pequeños, no ramificados, que tienen formas de escamas o de bastoncitos, y son tan pequeños que parecen flotar en el aire.

Se notan fácilmente cuando brillan en el sol como “polvo de diamante”, produciendo variados fenómenos ópticos. Es una precipitación que sólo se forma a temperaturas muy bajas. Las regiones polares y las altas capas atmosféricas son sus verdaderos dominios.

La nieve, con todas sus variedades, es un producto típico de las nubes *de tipo estratiforme*. En nubes convectivas se forma sólo a gran altura, donde la temperatura es inferior a $-22\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Granizo.

- Granos o corpúsculos de hielo más o menos duros que caen de las nubes. El tamaño de estas partículas oscila, normalmente, entre unos milímetros y dos o más centímetros. Al contrario de la nieve, que se da casi siempre en invierno o regiones heladas propicias, el granizo se produce, generalmente, tanto en verano como en la estación invernal.
- El mecanismo de esta precipitación violenta de gránulos de hielo está relacionado con las tormentas, en las que interviene la convección como elemento esencial en su formación, y con los fenómenos eléctricos.



Las variedades de granizo son:

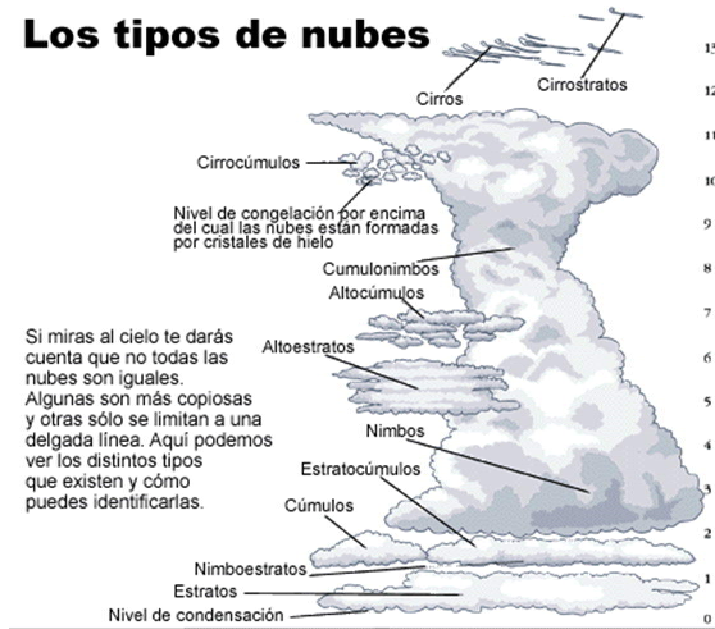
- **Granizo blando:** grano blancuzco, opaco, quebradizo y desmenuzable con los dedos. Al tocar el suelo rebota y a menudo se rompe. Su tamaño oscila entre 2 y 5 mm. Se forma por adhesión de gotitas de agua sobreenfriadas a un cristal de nieve.
- **Granizo duro:** granizo blando, recubierto por una capa de hielo. Se forma cuando el granizo blando atraviesa una nube de agua. Las gotitas de agua se depositan sobre la superficie del mismo antes de congelarse. Su aspecto es vidrioso, semitransparente; no se aplasta fácilmente. No se rompe ni rebota cuando toca el suelo. Se forma principalmente en nubes Cumulonimbus.
- **Granizo y piedra:** granos de hielo de considerable tamaño. Los de menos de 2 cm de diámetro se llaman granizo; los mayores, piedra. Ambos se producen en Cumulonimbus que se desarrollan en días de mucho calor y de mucha humedad. Su mayor frecuencia se observa, como es natural, durante la estación de verano, en las horas de la tarde. Son precipitaciones características de los continentes. En los mares raras veces cae granizo.
- **Garrotillo:** granos de hielo de 1 a 4 mm de diámetro, comúnmente transparentes o translúcidos, duros, que cuando tocan el suelo rebotan. Son gotas de lluvia que se han congelado al atravesar una capa de aire frío que cubre el suelo, cuya temperatura es inferior a $0\text{ }^{\circ}\text{C}$.

NUBES

Tipos de Nubes.

Grupo	Altura de la Base de las Nubes	Tipo de Nubes
Nubes altas	Trópicos: 6000-18000m Latitudes medias: 5000-13000m Region polar: 3000-8000m	Cirrus Cirrostratus Cirrocúmulus
Nubes Medias	Trópicos: 2000-8000m Latitudes medias: 2000-7000m Region polar: 2000-4000m	Altostratus Altocúmulus Nimbostratus
Nubes Bajas	Trópicos: superficie-2000m Latitudes medias: superficie-2000m Region polar: superficie-2000m	Stratus Stratocúmulus Cúmulus
Nubes con Desarrollo Vertical	Trópicos: hasta los 12000m Latitudes medias: hasta los 12000m Region polar: hasta los 12000m	Cumulonimbus

Los tipos de nubes



Cirrus (Ci): nubes separadas en forma de filamentos blancos y delicados, o de bancos, o de franjas estrechas, blancas del todo o en su mayor parte. Estas nubes tienen un aspecto delicado, sedoso o fibroso y brillantes.



Cirrocumulus (Cc): banco, manto o capa delgada de nubes blancas, sin sombras propias, compuestas de elementos muy pequeños en forma de glóbulos, de ondas, etc., unidos o no, y dispuestos más o menos regularmente; la mayoría de los elementos tienen un diámetro aparente inferior a un grado. Son señales de corrientes en chorro y turbulencia.



Cirrostratus (Cs): velo nuboso transparente, fino y banquecino, de aspecto fibroso (como de cabello) o liso, que cubre total o parcialmente el cielo, dejando pasar la luz del sol y la luna. No precipitan y por lo general producen fenómenos de halo (solar o lunar).

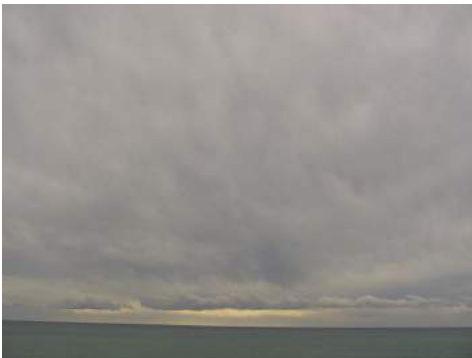


Altostratus (As): manto o capa nubosa grisácea o azulada, de aspecto estriado, fibroso o uniforme, que cubre total o parcialmente el cielo y que presenta partes suficientemente delgadas para dejar ver el sol, al menos vagamente, como a través de un vidrio deslustrado. Está compuesta de gotitas superenfriadas y cristales de hielo; no forman halos; precipitan en forma leve y continua.

TRASLUCIDUS



Opacus



Alto cumulus (Ac): banco, o manto o capa de nubes blancas o grises, o a la vez blancas y grises, que tienen, generalmente sombras propias, en forma algodonada, compuestas de losetas, guijarros, rodillos, etc., de aspecto, a veces, parcialmente fibroso o difuso, aglomerados o no. Forman el popular "cielo empedrado".





Stratus (St): nubes muy bajas, originándose desde alturas cercanas al suelo hasta los 800 metros. Se presentan en capas nubosas por generalmente grises, con bases bastante uniformes. Cuando el sol es visible a través de la capa su contorno se distingue con facilidad. El stratus no produce fenómenos de halo, salvo en algunas ocasiones a muy bajas temperaturas. Aparecen con frecuencia en las mañanas sobre zonas montañosas. Las nieblas y neblinas son stratus que se forman sobre el suelo. La precipitación que produce es de tipo llovizna.



Stratocumulus (Sc): banco, manto o capa de nubes grises o blanquecinas, o ambos colores a la vez, que tienen casi siempre partes oscuras, compuestas de losas, rodillos, etc., de aspecto no fibroso, pegados o no. Dentro de esta nube los aviones experimentan cierta turbulencia.



Nimbostratus (Ns): capa nubosa gris, frecuentemente sombría, cuyo aspecto resulta velado por las precipitaciones más o menos continuas de lluvia o de nieve, las cuales, en la mayoría de los casos, llegan al suelo. El espesor de estas capas es en toda su extensión suficiente para ocultar completamente el sol. Produce precipitación intermitente y algunas veces intensa.



Cumulus (Cu): nubes aisladas, generalmente densas y de contornos bien delimitados, que se desarrollan verticalmente en protuberancias, cúpulas o torres, cuya grumosa parte superior se asemeja a menudo a una coliflor o a una palomita de maíz. Las porciones de estas nubes iluminadas por el sol son casi siempre blancas y brillantes; su base, relativamente oscura, es casi siempre horizontal. Son muy frecuentes sobre tierra durante el día y sobre el agua en la noche. Pueden ser de origen orográfico o térmico (convectivas). Presentan precipitaciones en forma de aguaceros.



Cumulonimbus (Cb): nube densa y potente, de considerable dimensión vertical, en forma de montaña o de enormes torres. Una parte de su región superior es generalmente lisa, fibrosa o estriada y casi siempre aplanada, esta parte se extiende frecuentemente en forma de yunque o de vasto penacho. Son las nubes que originan las tormentas, tornados, granizos. La base se encuentra entre 700 y 1.500 m, y los topes (la parte superior de la nube) llegan a 10 o 12 km de altura. Están formadas por gotas de agua, cristales de hielo, gotas superenfriadas, focos de nieve y granizo. La turbulencia en los alrededores de estas nubes es muy fuerte, motivo por el cual los aviones deben evitarlas.



MASAS DE AIRE - ESTABILIDAD E INESTABILIDAD

- El concepto de masa de aire fue introducido por Bergeron en 1929 quien la definió como "una porción de la atmósfera cuyas propiedades físicas son más o menos uniformes en la horizontal y su cambio abrupto en los bordes"
- Se caracteriza por su gran extensión horizontal de 500 a 5000 Km (en la vertical de 0,5 a 20 Km.) y su homogeneidad horizontal en los referente a la temperatura y contenido de vapor de agua.
- Las masas de aire adquieren sus propiedades en contacto con las superficies sobre las que se forman. Dada la poca conductividad calorífica del aire, los grandes volúmenes deben circular lentamente sobre las zonas denominadas regiones fuentes, para adquirir una distribución homogénea de temperatura y humedad.

Masas de Aire en la Argentina.

Aire tropical

- La fuente de esta masa de aire es el anticiclón subtropical del Océano Atlántico. En verano las masas tropicales son de origen marítimo con un gran contenido de humedad (mucho agua precipitable e inestabilidad). En invierno, el anticiclón está más al norte por lo que la masa de aire tiene un recorrido muy continental, siendo su irrupción ocasional.

Aire polar

- La que proviene del Océano Pacífico, penetra en nuestro territorio luego de cruzar la cordillera de los Andes. Al cruzarla produce grandes precipitaciones al occidente de la misma, por lo que llega seca. A este secamiento hay que agregarle el proceso de secamiento que sufre la masa de aire al descender del lado argentino.
- La que proviene del Atlántico penetra luego de un largo recorrido marítimo, por lo que tiene abundante humedad. Al estar el continente más caliente, ésta actúa como una masa polar marítima fría, generándose rápidamente inestabilidad convectiva.

Aire Antártico

- Modifica sus propiedades durante la trayectoria marítima, por lo que se transforma, antes de entrar al continente, en Polar marítima.

Estabilidad e Inestabilidad.

Se dice que la atmósfera se halla estable cuando hay una gran resistencia a que en ella se desarrollen movimientos verticales, por lo que si una "burbuja" se desplaza de su posición de equilibrio tiende a recuperarlo.

En caso de inestabilidad ocurre lo contrario.

