

TEMA 1: LA ATMÓSFERA Y LOS OCÉANOS

1. El movimiento de la Tierra

La variedad de climas en el mundo dependen de la cantidad o forma en que llega la energía solar a la superficie. El ángulo solar depende de la latitud a la que nos encontremos, de la época del año y de la hora del día.

Los movimientos de la Tierra son:

–Rotación: es el giro de la Tierra sobre su propio eje, se asume un giro en 24 horas a esto se le ha denominado día solar, el sentido de la rotación es hacia el Este. La atmósfera también rota con la misma velocidad que la Tierra, la velocidad angular de la Tierra = $360^\circ / 24 \text{ h}$.

$$= 15^\circ / 1 \text{ h.}$$

La rotación es menor a medida que nos alejamos de los polos (máx en los polos y min. en el ecuador). Los efectos de la rotación:

–El día y la noche.

–Las mareas.

–El efecto Coriolis, la rotación provoca que el movimiento de los fluidos (atmósfera, agua etc.) experimente un giro *aparente* que se produce hacia la derecha en el Hemisferio Norte y hacia la izquierda en el Hemisferio Sur. La aceleración de Coriolis varía en función de la latitud:

$$a_c = 2Vw \sin$$

V= velocidad del móvil

w= velocidad angular de rotación

= latitud

Coriolis = 0 en el ecuador, si aumentamos la latitud aumenta Coriolis. En los polos es mayor por que se encuentran a 90° de latitud.

– Traslación: es el movimiento de la Tierra en su órbita alrededor del sol. El periodo de traslación es de 365 días, el movimiento se produce contrario a las agujas del reloj, la órbita de la Tierra es una elipse. La distancia media de la Tierra al Sol es de 150 millones de Km.

El momento en que la Tierra está más cerca del Sol se denomina Perihelio y se produce el 3 de Enero, el momento en que se encuentra más alejado se denomina Afelio se produce el 4 de Julio.

El plano de la elíptica es un plano horizontal que contiene la órbita terrestre alrededor del sol y que pasa por el centro del globo. El eje de rotación no es perpendicular sino que se encuentra inclinado con un ángulo de $23,5^\circ$ con respecto al plano de la eclíptica, el eje de rotación mantiene una posición fija respecto de las estrellas, la Tierra siempre mantiene el eje inclinado hacia el mismo sitio.

Consecuencias de la Traslación :

- Solsticios: se produce cuando el eje de la trayectoria terrestre se aleja del sol y otro momento en que se aleja. El 21-22 de Junio el eje apunta al Sur el Hemisferio Norte está más cerca del sol que el Hemisferio Sur, esto recibe el nombre de Solsticio de verano, el 22 de Diciembre la Tierra se encuentra con el eje mostrando la máxima lejanía del sol, se trata del Solsticio de invierno.
- Equinocio: cuando el eje de la trayectoria ni se acerca ni se aleja. El eje de la Tierra forma un ángulo recto con una línea que pasa por el centro de la Tierra y por el centro del Sol, ni se acerca ni se aleja, el 21 de Marzo tenemos el Equinocio de primavera y el 23 de Septiembre el Equinocio de otoño.
- El círculo de iluminación divide a la Tierra en dos mitades dando lugar a diferencias entre la duración del día y de la noche, por ejemplo: durante el solsticio de invierno en el Polo Norte la noche es más larga que el día y en el Polo Sur el día es más largo, en el H.N. es invierno y en el H.S. es verano, en el ecuador el día y la noche son iguales.

2. La atmósfera

La atmósfera es una capa de aire que rodea la superficie sólida y líquida de la Tierra, es decir parte externa de la Tierra en estado gaseoso. La atmósfera está compuesta por gases y aerosoles (partículas sólidas). La masa de la atmósfera es igual a $5,3 \times 10^{18}$ Kg.

La atmósfera es muy densa en las partes bajas y menos en las partes altas debido a la acción de la gravedad, la atmósfera está unida al planeta por la acción gravitatoria, se produce un equilibrio entre la Fuerza de la gravedad y la natural expansión de los gases, la densidad disminuye con la altura (presión). La máxima densidad atmosférica se encuentra al nivel del mar.

Composición de los gases:

Según la composición química distinguimos dos capas :

- La Homosfera de composición uniforme va desde el nivel del mar hasta 100 Km. de altitud. La homosfera está compuesta por N₂, O₂, Ar y vapor de agua.
- La Heterosfera, situada por encima de la homosfera, cuya composición no es uniforme y empieza a partir de los 100 Km. de altitud. La heterosfera está compuesta por, de abajo a arriba: una capa de nitrógeno situada entre los 100-200 Km., una capa de oxígeno entre los 200-1000 Km., entre los 1000-3500 Km. hay una capa de helio y por último una capa de hidrógeno atómica a partir de los 3500 Km. de altitud.
- Los gases que componen la atmósfera son CO₂ (dióxido de carbono), H₂O (agua o vapor de agua), O₂ (Ozono), Ar (Argón), He (Helio), Ne (Neón)... Si se trata de aire seco lo que más abunda es el Nitrógeno con un 78,08 % , el Oxígeno con un 20,95 % y el 1% restante está compuesto por Argón con un 0,93 % y el resto sería de CO₂, He, gases nobles, metano etc.

La atmósfera contiene más vapor de agua en capas bajas porque procede de la evaporación del océano, de ríos, lagos etc.

La atmósfera está compuesta de aerosoles son pequeñas y ligeras partículas de polvo que se mantienen en suspensión y movimiento y se concentran en las capas más bajas de la atmósfera, provienen de desiertos, playas (arenas), volcanes (cenizas) , del mar (sal), incendios, meteoritos etc. también hay aerosoles provocados por los hombres como las combustiones, estos aerosoles son las causas del color rojizo al atardecer.

Desde el punto de vista climático los aerosoles sirven como núcleo de condensación de vapor de agua (las arcillas es un núcleo de condensación importante). Desde el punto de vista climático el gas más importante es el vapor de agua, el oxígeno, el CO₂ (el dióxido de carbono), el oxígeno desempeña dos procesos en la atmósfera:

- Escisión molecular.
- Fotosíntesis principal proceso que genera el oxígeno en la atmósfera.

La concentración de vapor de agua en la atmósfera es la humedad y varía entre 0 y 50 % , procede de la evaporación de agua superficial y de transpiración vegetal y biológica.

La concentración crece con la altitud, el vapor de agua es el origen de la nubosidad y de los hidrometeoros (lluvia, nieve etc.), el vapor de agua tiene una capacidad para absorber radiación de onda larga, radiación del Sol onda corta, radiación de la Tierra onda larga.

La atmósfera no deja escapar la radiación por eso se le conoce como gas de efecto invernadero, llega a absorber hasta el 90% de onda larga que emite la Tierra.

El vapor de agua transporta energía y recibe el nombre de regulador térmico, tiene lugar mediante el calor latente. Para que el agua se evapore necesitamos energía que cambie el agua en vapor de agua, el agua que se evapora lleva dentro el calor latente, el agua que se condensa libera el calor latente.

El CO₂ es responsable también del efecto invernadero, absorbe radiación infraroja. Su origen es diverso, como diversa es su presencia en la Tierra. Aparece a través de combustiones orgánicas, erupciones volcánicas, descomposiciones de materia orgánica y la respiración.

El dióxido de carbono posee unos mecanismos reguladores de CO₂ , como la fotosíntesis, o en los océanos formando bicarbonatos. Este ciclo de carbono es muy largo y lento. Por causas antrópicas se produce mucho más CO₂ que se destruye por lo que aumenta la concentración de CO₂ y aumenta el efecto invernadero.

El último gas más importante es el ozono, es oxidante y microbicida (es superficial en capas bajas, en la troposfera), se encuentra en poca cantidad y concentrado en la estratosfera, se forma en la atmósfera superior por disociación de la molécula de oxígeno y la combinación con otro átomo. Se concentra a partir de los 20–25 Km. de altura. Su concentración es escasa y aumenta a partir de los 50° de latitud.

2.1. Estructura de la atmósfera

La troposfera, comprende el 80% de la masa atmosférica, se caracteriza por poseer movimiento de aire verticales y horizontales (turbulencias), tiene una composición química constante. En esta capa la temperatura disminuye 0,65° cada 100 m., de forma regular (gradiente térmico vertical).

Sus componentes están en proporciones fijas (O, N, gases nobles...), variables (vapor de agua, CO₂ y aerosoles). En la parte superior la temperatura es de –50° ó –70°, en la cima se forman unos vientos llamados Jet Stream, cinturones de viento (corrientes de chorro). Por encima de esta zona la temperatura del aire se mantiene constante en un nivel denominado tropopausa y que delimita el cambio de capa.

Estratosfera, también recibe el nombre de ozonósfera, alcanza hasta los 50 Km. de altura, hay una zona con temperatura relativamente constante y después la temperatura aumenta hasta alcanzar los 0° en torno a los 50 Km. de altura. En la parte alta se encuentra la tropopausa con temperatura similar a la existente a la altura del mar. Este calentamiento se debe a la absorción de radiaciones por parte del ozono. El aire es muy seco y sin partículas sólidas, en esta capa son rarísimas las nubes.

Mesofera, va desde los 50 a los 80 Km. en ella, la temperatura desciende rápido. En su cima está la parte más fría de la atmósfera, con temperaturas de hasta 95°, esta cima se denomina mesopausa. A partir de aquí aumenta de nuevo la temperatura.

La termosfera, esta capa es la parte de la atmósfera. Algunos llaman termosfera sólo a la parte interior de una capa que también denominan Exosfera. En esta capa se produce un rápido aumento de la temperatura, la densidad de aire en esta capa es muy pequeña. A partir de los 500 Km. de altura algunas moléculas de gas escapan a la gravedad terrestre.

La radiación en esta capa, incide en los gases de la capa cargándolos eléctricamente y formando iones, por lo que también recibe el nombre de ionsfera.

3. Los océanos

Es una capa muy fina de agua que cubre gran parte de la superficie, supone una profundidad media de 3,8 Km.

Los océanos son importantes por:

- Son una fuente de alimentación.
- Proporcionan vapor de agua, son la fuente de las precipitaciones y de los ríos.
- Son almacén de calor, regulan la temperatura.

El conjunto de mares y océanos se denomina océano mundial, éste cubre el 71% de la superficie terrestre, su profundidad media es de 3.800 m., representan el 97% del agua del planeta, mientras que un 2% es de los hielos polares, y un 1% de ríos, lagos...

3.1. Composición de los océanos

Principalmente son una mezcla de agua y sal, sus propiedades son:

- Es la única sustancia que en estado natural, se encuentra en la Tierra en los tres estados.
- Es transparente.
- Es el disolvente universal.
- Tiene un elevado punto de fusión y ebullición. Almacena energía, se calienta y se enfría lentamente.
- Al helarse aumenta de volumen y baja su densidad (flota en agua líquida).

3.2. El agua marina

Es salada, la salinidad es la cantidad de sales disueltas en agua. Tiene la mayoría de los elementos conocidos es principalmente agua más cloruro sódico. Tiene siete componentes conocidos desde el siglo XIX, descubiertos por Dittmar (1884):

- Cloruro sódico, Na Cl, 77,8%.
- Cloruro magnésico, Mg Cl₂ el 10,9 %.

- Sulfato de magnesio, MgSO_4 el 4,8%.
- Sulfato de calcio, CaSO_4 el 3,6%.
- Sulfato de potasio, K_2SO_4 el 2,4%.
- Carbonato cálcico, CaCO_3 el 0,3%.
- Bromuro de magnesio, MgBr_2 el 0,2%.

Aparecen iones disueltos, son seis y constituyen el 99,3% de los presentes.

La salinidad es un cociente entre el sólido disuelto y el volumen de agua que lo contiene. Este cociente es de un 34,7 gr./ 1.000 gr de agua. Todas las aguas tienen salinidad.

Aunque varia la salinidad, no varía la proporción de iones. Esto se denomina ley de la constancia de composición del agua marina, que dice: la cantidad total de los principales iones disueltos en el agua marina puede variar de un lugar a otro en los océanos, pero sus proporciones relativas se mantienen constantes.

En el agua marina también encontramos placton, compuetos de hidrógeno y gases...

3.3. Estructura del océano

La estructuraremos en capas en función de la temperatura, la salinidad y la densidad.

1– Temperatura: varía mucho dependiendo de la latitud, de la época y de las corrientes. Por lo general la temperatura disminuye con la profundidad, debido a la no penetración de las radiaciones solares.

En general, el océano es bastante frio, el 75% de las aguas oceánicas sobrepasan los 4°C de temperatura, pero menos del 10% de esas aguas sobrepasan los 10°C.

La mayor parte de la energía solar, se absorbe en los primeros 10 metros. Esta energía se distribuye a capas más profundas por el viento y el oleaje, hasta unos 200 metros, en un proceso denominado mezcla turbulenta. Esta capa, hasta 200–300 metros, se denomina capa de mezcla o superficial.

La estructura térmica de los océanos determinará la existencia de 3 capas.

-->[\[Author:IBB\]](#)

El gradiente térmico, es la perdida de temperatura en relación a la profundidad. En latitudes medias y bajas existe termoclina permanente y estacional, por haber un gradiente térmico alto, baja rapidamente la temperatura. En latitudes polares (altas) el descenso de temperatura es practicamente inexistente. No hay termoclina se trata de un perfil homogeneo.

2– La salinidad, depende del balance entre precipitación y evaporización (entradas y salidas), por debajo de los 1.000 metros de profundidad la diferencia de estos es nula y la salinidad constante en todas las latitudes.

En profundidades mayores de 1.000 metros habrá un 34,5–35 % de salinidad, por debajo de los 1.000 metros la salinidad es constante. El hemisferio norte es menos salado que el sur, el oceano atlantico es más salado que el pacífico. En cuanto a la salinidad hay tres capas.

3– La densidad, las aguas más densas estan en el fondo y las menos densas en superficie, la densidad depende

de:

- A mayor temperatura menor densidad.
- A mayor salinidad mayor densidad.
- A mayor presión mayor densidad.

En los océanos la densidad está sometida al clima, aguas frías en profundidad y aguas calientes en superficie. La densidad media es de 1.026 Kg/m³ (se toman las dos últimas cifras).

Las variaciones de densidad en profundidad muestran una estructura en tres capas, una capa superficial poco profunda, aguas de densidad menor, la densidad aumenta con la profundidad. En latitudes altas tendremos un perfil recto en aguas muy densas.

En los polos se encuentra una zona de formación de aguas pesadas (profundas) que se van al fondo.

Estructura en función del oxígeno:

Hay más oxígeno en la superficie por estar en contacto con la atmósfera y con la fotosíntesis de las plantas marinas, el oxígeno disminuye con la profundidad por la respiración de los seres vivos y la oxidación de la materia orgánica, entre los 500–1.000 metros de profundidad se produce un mínimo de oxígeno.

TEMA 2: LA ENERGÍA SOLAR Y LA RESPUESTA TERRESTRE

1. Radiación y temperatura.

Calor es la energía cinética molecular que procede del movimiento desordenado de las moléculas en el interior de los cuerpos. Es una forma de energía transferible, al absorber calor aumenta la temperatura. También se puede decir que calor es la energía absorbida por un cuerpo para aumentar su temperatura. Caloría es la unidad de calor necesaria para aumentar la temperatura de 1 gramo de agua 1°C.

Temperatura es el nivel térmico de los cuerpos relacionado con la energía cinética de sus moléculas, también se puede decir que es la medida de la cantidad de calor de un cuerpo.

Calor específico es la cantidad de calor necesaria para aumentar la temperatura de un gramo de una sustancia en 1°C. El calor específico del agua es 1 caloría (es el más alto de todas las sustancias).

Cantidad de calor se representa por la letra Q. Ésta depende de su masa su calor específico y el incremento de temperatura.

1.1. Formas de transmisión de calor.

Por norma general, el cuerpo más caliente cede calor al cuerpo más frío. Las tres formas de transmisión de calor son:

- Conducción: por este sistema el calor pasa molécula a molécula por contacto, sin desplazamiento de materia. Es la forma de transmisión de calor de los sólidos.
- Convección: Se produce la transmisión por el desplazamiento del material. (fluidos, gases... etc.).
- Radiación: Todos los objetos que se encuentran a una temperatura superior a 0°K = – 273°C, irradian

energía en forma de ondas electromagnéticas que viajan a la velocidad de la luz. Es la forma más rápida de transmisión de energía. No es necesaria la transmisión a través de un medio. También se transmiten en el vacío.

Suelen darse a la vez las 3 formas de transmisión de calor.

TEMA 2: LA ENERGÍA SOLAR Y EL SISTEMA TERRESTRE

1. Radiación y temperatura.

Calor es la energía cinética molecular que procede del movimiento desordenado de las moléculas en el interior de los cuerpos. Es una forma de energía transferible, al absorber calor aumenta la temperatura. También se puede decir que calor es la energía absorbida por un cuerpo para aumentar su temperatura. Caloría es la unidad de calor necesaria para aumentar la temperatura de 1 gramo de agua 1°C.

Temperatura es el nivel térmico de los cuerpos relacionado con la energía cinética de sus moléculas, también se puede decir que es la medida de la cantidad de calor de un cuerpo.

Calor específico es la cantidad de calor necesaria para aumentar la temperatura de un gramo de una sustancia en 1°C. El calor específico del agua es 1 caloría(es el mas alto de todas las sustancias).

Cantidad de calor se representa por la letra Q. Ésta depende de su masa su calor específico y el incremento de temperatura.

1.1. Formas de transmisión de calor.

Por norma general, el cuerpo más caliente cede calor al cuerpo más frío. Las tres formas transmisión de calor son:

- Conducción: por este sistema el calor pasa molécula a molécula por contacto, sin desplazamiento de materia. Es la forma de transmisión de calor de los sólidos.
- Convección: Se produce la transmisión por el desplazamiento del material. (fluidos, gases... etc.).
- Radiación: Todos los objetos que se encuentran a una temperatura superior a 0°K = - 273°C, irradian energía en forma de ondas electromagnéticas que viajan a la velocidad de la luz. Es la forma más rápida de transmisión de energía. No es necesaria la transmisión a través de un medio. También se transmiten en el vacío.

Suelen darse a la vez las 3 formas de transmisión de calor.

1.2. La radiación electromagnética

Es el tipo de energía que se transmite en forma de ondas asociadas a corpúsculos de energía, viaja a 300.000 Km./s. viaja en línea recta, estos movimientos ondulatorios vienen descritos por tres parámetros:

f= frecuencia= vibraciones/segundo.

= longitud de onda= metros.

C= $\lambda \times f$

1 micrómetro= 10^{-6} m.= 1 m

1mm= 1.000 m

La luz visible es la parte de las radiaciones electromagnéticas que el ojo puede percibir. En meteorología hablamos de radiaciones de onda corta cuando $\lambda = 0,4-0,7 \text{ m}$, y de onda larga $\lambda = 3-100 \text{ m}$.

La relación entre la longitud de onda y la intensidad (E) se denomina espectro de radiación.

Cuerpo negro es el cuerpo que en física absorbe y emite toda la energía. El cuerpo negro cumple tres leyes:

- Ley de Planck (1858–1947), existe una relación entre la cantidad de radiación que emite un cuerpo y la longitud de onda de la radiación. Dependerá de la temperatura.
- Ley de Stefan–Boltzmann, la energía total que irradia un cuerpo por unidad de superficie es igual a la constante b (constante de Boltzmann) multiplicada por la temperatura del cuerpo elevada a la cuarta potencia: $E = bT^4$
- Ley de Wien, sostiene que la longitud de onda a la cual se produce el máximo de energía electromagnética depende de la temperatura ($T^\circ \text{K}$): a mayor temperatura más pequeña es la longitud de onda en la que se produce la máxima emisión de radiación. $\lambda_{\text{max}} = a/T$ (a =constante de Wien)

Radiación solar y terrestre

El sol se encuentra a 5.700°C , por ello calculamos la longitud de onda (λ) en la que la emisión es máxima ($\lambda = 0,48 \text{ m}$). Pero la radiación solar es en mayoría de onda corta (el 99% entre $\lambda = 0,5-4 \text{ m}$) el 45% de la radiación solar pertenece al espectro visible.

La temperatura media aproximada de la Tierra es de 3.000°K , por tanto también emite radiación, el máximo de radiación emitida se sitúa en las 10 m .

Insolación, es la energía radiante recibida del sol, es variable por la órbita elíptica de la Tierra, su valor por término medio es: en límite exterior $= 1,96 \text{ cm}^2 \times \text{minuto}^{-1}$ $2 \text{ cal/cm}^2 \times \text{minuto}^{-1}$, también se llama constante solar, su unidad es el Langley. Esto sería en el supuesto que la Tierra fuese plana. Para la esfera, el valor será de $0,5 \text{ langley/minuto}$.

Procesos de la radiación, la radiación experimentará tres procesos de contacto con la Tierra:

- Absorción, es la captación de energía solar por parte de ese cuerpo (Tierra–atmósfera). Un 25% es absorbido por la atmósfera y un 50% por la tierra, es decir aproximadamente un 70 % de absorción.
- Difusión y reflexión, difusión las partículas de la atmósfera dispersan los rayos en todas las direcciones. Reflexión es el cambio en la trayectoria de todo el haz de luz. Dentro de la difusión distinguimos: Retrodifusión, si es difundida hacia arriba, radiación difusa si se va hacia abajo de forma difusa.

Albedo: resulta de la suma de reflexión más retrodifusión. Representa la parte de radiación que vuelve al espacio. El albedo de una atmósfera es del 30% principalmente por las nubes, el de la Tierra es de un 4% (excepto nieve=80–90%, el mar=2%, arena=30–35%, vegetación= 10–25%).

Todos estos procesos dependen de los gases atmosféricos, la absorción atmosférica depende de la longitud de onda, el O_2 y el O_3 son responsables de la absorción de radiación de onda corta. El vapor de agua y el CO_2 , absorben radiaciones de onda larga. Se denomina ventana atmosférica al intervalo atmosférico que permite el paso de toda radiación (entre $0,3$ y $0,8 \text{ m}$). La atmósfera absorbe gran parte de radiación de onda larga, excepto en la ventana de 8 a 11 m .

La insolación que llega a la superficie externa de la tierra no es constante sino que se ve afectada por unos

factores astronómicos que determinan la radiación que llega, estos son:

- Distancia de la Tierra al Sol, no es siempre igual, el verano del hemisferio sur es más cálido que el del hemisferio norte (se une cercanía e inclinación) teóricamente, no sucede realmente porque en el hemisferio norte hay más continentalidad que en el sur.
- Altura del Sol, el ángulo que forman los rayos solares es la línea tangente a la superficie.

Latitudes medias Latitudes altas Latitudes bajas

$I = I_0 \times \sin$ I = cantidad de radiación solar (intensidad de radiación)

I_0 = constante solar.

= altura del sol.

El ángulo dependerá de la latitud, el momento del día y la época del año. Equinoccio: 90° en el ecuador, solsticio de verano: 90° en el trópico de cancer, solsticio de invierno: 90° en el trópico de capricornio.

c) A mayor tiempo, mayor radiación . En los polos varía la insolación entre $t=0$ horas en invierno y $t=24$ horas en verano. En cambio en el ecuador hay 12 horas.

Al combinar estos tres factores podremos explicar la distribución de la radiación en el planeta.

2.Radiación solar sobre la superficie terrestre.

Dependerá de la atmósfera, otros factores serán:

- Geográfico, depende de si incide sobre la tierra o el mar.
- Atenuación, la atmósfera hace un proceso de atenuación, que supone la suma de la absorción y la difusión. Los procesos de atenuación serán mayor en los polos.
- Nubes, el valor del albedo varía entre un 20–90% dependiendo de si son nubes altas o no. La insolación en zonas con nubes es menor, en zonas desérticas el aire al ser seco no forma nubes.
- Altitud y topografía, en zonas altas las oscilaciones térmicas son más amplias.
- Exposición, no es lo mismo una ladera orientada al norte (sombra) que orientada al sur (sol).

3.Balance de radiación. Cambio climático.

Efecto invernadero

Un balance supone la comprobación de la entrada/salida. En el caso de la Tierra, el balance es 0. Ni se calienta ni se enfría. Entrada de la radiación =salida de radiación.

Balance:

ENTRADA SALIDA

Tierra–Atmósfera $100 - 31^\circ - 69^\circ = 0$

Tierra $45^\circ + 27^\circ - 113 = 29$

Atmósfera $24^{\circ} + 97^{\circ} - 150 = -29$

La Tierra y la atmósfera se compensan por convección, por el método: calor latente, energía que se consume al evaporar, y por calor sensible, calor que se nota que pasa de la tierra a la atmósfera.

En la atmósfera se produce el efecto invernadero, permite la entrada de radiación solar, de la cual un 50% es absorbida por la tierra. De la radiación terrestre la atmósfera retiene la mayor parte de ésta, los gases responsables de esto son el CO₂, el H₂O y el metano.

El cambio climático supone un aumento de temperatura por exceso de CO₂ y otros gases en la atmósfera.

¿Cómo se calienta la atmósfera? Por el sol, radiación de onda corta, por la tierra, radiación de onda larga, por convección, calor latente y calor sensible.

¿Cómo se calienta la tierra? Por radiación solar, de onda corta, por radiación atmosférica, onda larga.

4.Efecto tierra-mar e inercia térmica.

La cantidad de radiación que absorbe la Tierra depende de la composición de ésta, de su naturaleza (tierra/mares). Desde el punto de vista térmico el agua tiene mayor capacidad calorífica y una mayor inercia térmica por:

- Calor específico alto: el mayor de todas las sustancias supone el doble que el del suelo. La temperatura del agua aumenta más despacio que la tierra a igual cantidad de radiación. El agua tiende a almacenar y desprenderse del calor lentamente.
- Albedo muy pequeño (2%), devuelve muy poca radiación.
- Líquido transparente, la radiación penetra hasta unos 30m. la tierra concentra la energía en una capa más superficial, además el agua distribuye su calor en la capa de mezcla (<200m).
- Evaporación, el agua utiliza parte de la energía en evaporarse y esta energía no calienta el agua.

Estos factores determinan los conceptos de continentalidad y de oceanolidad.

Las variaciones térmicas son acusadas en áreas continentales y moderadas en zonas marinas. La amplitud térmica diaria/anual (temperatura más alta y más baja) en el mar, a lo largo de un día no llega a 1°C.

Cuanto mayor sea la masa de tierra, mayores son las diferencias estacionales de temperatura que se van a producir, por esto, los inviernos son más fríos en el hemisferio norte que en el hemisferio sur y viceversa en verano.

5. Transferencias horizontales de energía.

El balance neto positivo sucede entre 35°-0° (ecuador) de latitud. El balance neto negativo sucede entre 35°-polos de latitud. Esto no quiere decir que el ecuador sea cada vez más caliente y los polos más fríos, ya que se produce una transferencia de calor entre las zonas intertropicales y el resto en sentido meridiano. Este transporte se produce por la atmósfera (corrientes de aire) y los mares (corrientes marinas), es decir corrientes de convección. Este transporte varía de intensidad según la latitud y la época, las máximas transferencias se producen entre los paralelos 35°-45° y es más importante durante el invierno, ya que las diferencias de temperatura son máximas.

La atmósfera es responsable de 2/3 del trasvase de energía y el océano 1/3. La atmósfera transfiere energía en forma de calor latente y calor sensible, la circulación oceánica también transfiere calor entre distintas zonas, corriente cálida y corriente fría.

6. Las temperaturas del globo

6.1. Variación térmica diaria

La temperatura máxima del aire se produce en las primeras horas de la tarde y la mínima, poco después de la salida del sol, por la noche la atmósfera pierde calor y con la salida del sol vuelve a calentarse.

La evolución diaria de la temperatura depende de la radiación, y de las condiciones atmosféricas locales. En verano los días despejados son más calurosos que los días nublados, en invierno las noches despejadas son más frías.

La diferencia entre temperatura máxima y mínima en el mar es inferior a 1°C, en la tierra, dependerá de las zonas y condiciones.

6.2. Variación térmica anual

El régimen térmico estacional está relacionado con la radiación solar recibida, pero también existe un desfase entre el ciclo anual de la temperatura y de la radiación emitida. Existe un desfase de 1–2 meses entre la máxima radiación (21 de junio) y el momento de máxima temperatura.

Las máximas temperaturas llegan en Julio y Agosto, las mínimas en Enero y Febrero en la tierra. En el mar se alcanzan las temperaturas máximas en Agosto y Septiembre, las mínimas se dan en Febrero y Marzo.

Dependerá de dos factores: continentalidad y latitud.

Ejercicios, de la figura 12 y 13 del dossier contestar las siguientes preguntas:

- ¿Cual es la variación planetaria de temperatura (máx.–mín.)
- ¿Hay un patrón latitudinal de distribución de temperatura?
- Ecuador térmico ¿por qué?
- Marcar ejemplos de continentalidad.
- En el océano Atlántico a 40°–50° N. y en enero ¿Cuál es la temperatura en la costa Americana y en la Europea? y en el océano pacífico a 30° N. y en julio ¿Cuál es la temperatura en la costa asiática y la americana?
- Completar: Invierno Verano T^a

Antártida 80°S. 80°E. –35°C –15°C 20°C

Groenlandia 80°N. 40°W –30°C 5°C 35°C

España 40°N. 0° 10°C 20°C 10°C

Invierno Verano T^a

Atlántico 40° N. 40°W 10°C 20°C 10°C

40°S. 40°W 10°C 15°C 5°C

Pacífico 40°N. 140°W 10°C 15°C 5°C

40°S. 140°W 10°C 15°C 5°C

Indico 20°S. 80°W 20°C 20°C 0°C

Australia 30°S. 140°E 10°C 10°C 0°C

América 40°N. 100°W 0°C 25°C 25°C

Asia 50°N. 80°E -15°C 20°C 35°C

50°S. 80°E 5°C 10°C 5°C Africa 10°N. 20°E 25°C 30°C 5°C

10°S. 20°E 20-25°C 25-30°C 0°C

América 10°N. 60°W 25°C 25°C 0°C 10°S. 60°W 25°C 25°C 0°C

En la temperatura influirá:

- La latitud.
 - La continentalidad.
 - El calor latente.
 - La circulación atmosférica.
 - Las corrientes marinas.
- Máx=35°C, Africa Sahariana en julio

Min=-40°C Siberia en enero y Antártida en julio

- No en su mayoría, se puede decir que en el hemisferio norte no coincide por el factor continentalidad, hay mayor cantidad de continentes y por ello no coincide.

En el hemisferio sur, la temperatura si que coincide de forma aproximada con las latitudes con la excepción de los continentes que en este hemisferio son menos numerosos.

- Afelio=4 julio

Perihelio=3 enero

En los océanos, el ecuador térmico coincide de forma aproximada con el ecuador físico, pero en los continentes, el ecuador térmico se desplaza hacia el norte durante el perihelio (solsticio de verano) y hacia el sur durante el afelio (solsticio de invierno).

- Antártida, que a igual latitud tenemos -35°C en el continente y -15°C en el mar.
- América=-10°C, -15°C y Europa=5°C, 10°C, por la corriente del labrador y del golfo.

Pacífico Asia=25°C-25°C y Pacífico América=25°C-30°C, por la corriente del pacífico y california.

TEMA 4: HUMEDAD ATMOSFÉRICA Y PRECIPITACIONES

4.1 Humedad:

4.1.1 Evapotranspiración

4.1.1.1 Evaporación y condiciones para que se de

4.1.1.2 Distribución geográfica para la evaporación

4.1.1.3 Transpiración

4.1.2 Medidas de humedad, problemas

4.1.3 Condensación

4.1.1 Evapotranspiración

Es el proceso por el cual pasa vapor de agua a la atmósfera consumiéndose energía. Desde el punto de vista físico, este aporte de energía hace que las moléculas de agua se muevan (aumenta la energía cinética) y pasan a estado líquido, si se rompen los enlaces por puente de hidrógeno, se evapora (100°C).

Para pasar de hielo a líquido utilizaremos 80 calorías, 1 gramo de agua a 0° a vapor son 600 calorías, 1 gramo de agua a 100° a vapor son 540 calorías.

La presión de vapor, es la presión que ejercen las moléculas de vapor de agua (mb.) se denomina e.p.

La tensión de vapor (e.v.), es la presión o empuje sobre el aire que ejercen las moléculas de agua que escapan del líquido, es una medida de la tendencia a evaporarse que tiene un líquido.

Si $e.p. = e.v.$ cesa la evaporación, comienza el proceso de condensación, saturación.

Presión de vapor saturante, es la presión límite o umbral en la cual a una determinada masa de aire se satura y no puede mantener más vapor (e.p.s.).

La cantidad de vapor de agua depende de la temperatura, a mayor temperatura mayor vapor admite)

Si $e.p. > e.v.$ el agua se condensa

Si $e.v. > e.p.$ el agua se evapora

Si $e.p. = e.v.$ el agua se encuentra en estado de saturación

Para que se produzca una evaporación necesitaremos:

- Flujo de agua.
- Energía.
- Grado de saturación del aire.
- Viento (si hay viento nunca se satura).

4.1.1.2 Distribución geográfica de la evaporación.

Ésta varía mucho en el espacio y en el tiempo. A grandes rasgos:

- Evaporación baja: en altas latitudes (polos), continentes, zonas altas.
- Evaporación alta: máximos entre 10° – 20° Sur, por los vientos alisios trópicos), en el ecuador hay menos

vientos, más aire saturado y menos evaporación, océanos y bajas presiones.

4.1.1.3 Transpiración

Es la pérdida de agua que experimenta la superficie de las plantas. Tiene lugar cuando la presión de vapor en sus células es mayor que la presión de la atmósfera de vapor de agua. Se realiza a través de los estomas, las plantas tienen diversos tipos de adaptación, dependiendo de las especies. Las plantas de climas áridos se denominan xerófitas y se caracterizan por poseer pocos estomas.

4.1.2 Medidas de humedad

Humedad es el número de moléculas de vapor de agua por unidad de volumen o masa. La podemos medir por presiones (e.p., e.v., e.p.s....) o sobre todo por la humedad absoluta masa/volumen.

Masa, masa de agua en gramos que existe en 1m³ de aire (gr/m³).

La humedad absoluta varía entre 0° gr/m³ (seco) hasta más o menos 40 gr/m³ (muy húmedo).

También podemos medir la humedad específica, que se expresa como masa de agua/ masa total de 1kg de aire (húmedo).

Proporción de mezcla, es una medida de humedad que mide los gramos de agua por cada Kg de aire seco.

Humedad en estado de saturación, nos dice la máxima cantidad de vapor que puede mantener una masa de aire para una temperatura dada. Se expresa en gr/m³, depende de la temperatura.

Humedad relativa, es el cociente entre la humedad absoluta real y la humedad en estado de saturación por 100, es un ratio entre la humedad que tiene y la que podría tener, a mayor temperatura y humedad absoluta constante disminuye la humedad relativa.

Punto de rocío o de saturación, es la temperatura a la que hay que enfriar una masa de aire para que el vapor de agua que contiene sature, 100% de humedad empieza la condensación.

Ejercicios:

1- Tenemos una masa de aire a una temperatura=20°C y una humedad absoluta=10gr/m³. ¿Cuál es la humedad relativa?

$$10/17 \times 100 = 58,8\%$$

2- Tenemos una masa de aire a una temperatura de 30°C y una humedad relativa=50% ¿Cuál es la humedad absoluta?

$$X/28 \times 100 = 50 \quad 14\text{gr/m}^3$$

3- ¿Cuántos litros de agua hay en estos momentos en el aula, si temperatura=25°C, humedad relativa=60%, ancho del aula 10m, largo 20m, altura 4m?

$$HR = HA/21 \times 100$$

$$60 = HA/21 \times 100 \quad HA = 12,6\text{gr/m}^3$$

$$12,6\text{gr/m}^3 \times 800 \text{ m}^3 = 10.080\text{gr}$$

$$1\text{l. } 1.000\text{gr}$$

$$X \text{ } 10.080\text{gr } X = 1.008\text{l.}$$

4- Si la humedad relativa= 80% y la humedad absoluta=20 gr/m³ ¿Cuál es la humedad de saturación?

$$80 = 20 / H_{\text{sat}} \times 100$$

$$H_{\text{sat}} = 25\text{gr/m}^3$$

$$\text{Temperatura} = 27^\circ\text{C}$$

5- Si la humedad relativa= 30% y la humedad absoluta=5gr/m³ ¿A qué temperatura satura?

$$30 = 5 / H_{\text{sat}} \times 100$$

$$H_{\text{sat}} = 16,6\text{gr/m}^3$$

$$\text{Temperatura} = 20^\circ\text{C}$$

6- En una masa de aire la humedad relativa es del 60% y la temperatura es de 20°C ¿Que le tiene que pasar para que sature?

a) Descenso de temperatura.

b) Aumento de agua.

c) Mezcla de dos masas de aire

$$a) \text{HR} = H_{\text{abs}} / H_{\text{sat}} \times 100$$

$$60 = H_{\text{abs}} / 17 \times 100$$

$$H_{\text{abs}} = 10,2\text{gr/m}^3$$

Mirando la tabla la temperatura para que sature=10°C

b) $H_{\text{sat}} = 17$ $H_{\text{abs}} = 10,2$ habrá que aumentar la humedad en 6,8gr/m³

c) Tenemos dos masas de aire A y B, la A temperatura=20° y la HR=88% y la B temperatura=-10°C y la HR=89%

$$A) 88 = H_{\text{abs}} / 17 \times 100 \quad B) 89 = H_{\text{abs}} / 2,5 \times 100$$

$$H_{\text{abs}} = 14,96\text{gr/m}^3 \quad H_{\text{abs}} = 2,22\text{gr/m}^3$$

$$A \text{ y } B) \text{ Temperatura} = 5^\circ\text{C}$$

$$H_{\text{abs}} = 8,41\text{gr/m}^3$$

Satura porque admite como máximo aproximado 7gr/m³.

7- Una masa de aire a 25°C y HR=60% ¿Qué le pasa si se enfria hasta 10°C? ¿y si baja hasta 0°C? ¿Se alcanza la temperatura de rocío? ¿Cuántos gramos de vapor de agua se condensan?

para 25°C $60 = H_{sat}/21 \times 100$

$H_{abs} = 12,6 \text{ gr/m}^3$

para 10°C $HR = 12,6/10 \times 100 = 126\%$

$H_{sat} = 12,6 \text{ gr/m}^3$

condensa 2,6 gr/m³

para 0°C $HR = 12,6/5 \times 100 = 252\%$

condensa 7,6 gr/m³

4.1.3 La condensación

Es la creación de gotas de agua a partir del vapor, es un proceso con liberación del calor latente, para que se produzca se tiene que haber alcanzado la saturación, el exceso de humedad de la atmósfera tiende a condensar sobre superficies de contacto o núcleos de concentración, sin esto encontraríamos masas de aire en sobresaturación.

En zonas con muchos aerosoles se puede condensar a veces sin llegar al nivel de saturación (nieblas), si se produce al nivel del suelo (rocío, escarcha), si se produce al nivel del aire (nieblas, nubes).

El proceso más habitual para que una masa de aire sature es con descenso de temperatura:

- Por mezcla de dos masas de aire de distinta temperatura, las masas de aire habrán de tener temperaturas y densidades muy distintas, no suele ocurrir, pero de hacerlo sería una zona costera, donde se mezclarían aire marino y continental y formarían brumas y nubes.
- Por contacto, un aire húmedo entra en contacto con una superficie fría, formaría escarcha, niebla o rocío.

El proceso natural más habitual y que afecta a grandes masas de aire son los enfriamientos adiabáticos, responsables de la formación de nubes y precipitaciones.

Enfriamientos adiabáticos

$$P = d \cdot R \cdot T \quad d = P/R \cdot T$$

P=presión

d=densidad

R=constante

T=temperatura

El aire cálido tiende a ascender es ligero, el aire frío tiende a bajar es pesado.

$$P \cdot V = R \cdot T \quad R = P \cdot V / T$$

V=volumen

Ascenso del aire, presión baja, volumen alto y temperaturas bajas, descenso del aire presión alta, volumen bajo y temperaturas altas.

Estos cambios térmicos de una masa de aire en movimiento vertical debidos a la variación de la presión y realizados sin mezcla o cambio de calor con el aire que lo rodea es a lo que llamamos cambios adiabáticos.

Al desaparecer en la atmósfera el aire actúa como un sistemas cerrado, no hay intercambios de energía.

Gradiente adiabático de temperatura, es la proporción en que varía la temperatura de una masa de aire que asciende y desciende.

Hablaremos de aire seco por debajo del 100% de humedad relativa, si el aire es seco se enfría aproximadamente a 1°C/100m. de altura (gradiente adiabático=1°C/100m.)

Si el aire es húmedo (100% de humedad relativa), libera energía en su condensación, por lo que perderá temperatura con la altura, pero más despacio, el gradiente adiabático será aproximadamente 0,6°C/100m.

Causas de los movimientos verticales de las masas de aire

- Mezcla de dos masas de aire con características distintas, se inicia un movimiento vertical, donde el aire cálido se eleva y se enfría con la posibilidad de condensación.
- Convergencia horizontal
- Convección, forma nubes, típicas tormentas de verano
- Ascensos por causas orográficas

Ejercicio:

1– Tenemos una masa de aire a una temperatura de 10°C y se ve obligado a ascender una montaña de 1.000m. alcanza el punto de rocío a una altura de 500m. describe las características a 0m. de altura, a 500m., a 1.000m. y a 0m. en sotavento.

Altura H. Sat H. Abs H. Rel T°

1 0 10gr/m³ 7gr/m³ 74% 10°

2 500 7gr/m³ 7gr/m³ 100% 5°

3 1.000 6gr/m³ 6gr/m³ 100% 2,5°

4 0 11gr/m³ 6gr/m³ 54,5% 12,5°

2– Una masa de aire llega a Gijón proveniente del norte con una temperatura de 20°C y humedad relativa del 90%. Encuentra la Cordillera Cantábrica con h=2.500m. y en León h=1.000m. ¿A que altura se alcanza el punto de rocío? ¿Cuál es la situación del aire a 2.500m. de altura? ¿Cuál es la situación del aire de León?

$$HR = H_{abs} / H_{sat} \cdot 100$$

$$90 = \text{Habs} / 17 \cdot 100 \text{ Habs} = 15,3 \text{ gr/m}^3$$

Cuando llegue a 18°C saturará

Subiendo:

0m – 20°C (seco) 1.500 – 11,5°C

100m – 19°C 1.600 – 11°C

200m – 18°C 1.700 – 10,5°C

300m – 17,5°C 1.800 – 10°C

400m – 17°C 1.900 – 9,5°C

500m – 16,5°C 2.000 – 9°C

600m – 16°C 2.100 – 8,5°C

700m – 15,5°C 2.200 – 8°C

800m – 15°C 2.300 – 7,5°C

900m – 14,5°C 2.400 – 7°C

1.000m – 14°C 2.500 – 6,5°C

1.100m – 13,5°C

1.200m – 13°C

1.300m – 12,5°C

1.400m – 12°C

Bajando:

2.500m – 6,5°C 1.700m – 14,5°C

2.400m – 7,5°C 1.600m – 15,5°C

2.300m – 8,5°C 1.500m – 16,5°C

2.200m – 9,5°C 1.400m – 17,5°C

2.100m – 10,5°C 1.300m – 18,5°C

2.000m – 11,5°C 1.200m – 19,5°C

1.900m – 12,5°C 1.100m – 20,5°C

1.800m – 13,5°C 1.000m – 21,5°C

El punto de rocío se alcanza a los 200m

La situación del aire es igual a 6,5°C ya que la Habs=8 gr/cm³ y la HS=8gr/cm³

En León la situación del aire es 21,5°C, Habs=8gr/cm³ y HS=17,5gr/cm³

4.2 Estabilidad e inestabilidad

Una atmósfera será estable dependiendo de la curva de estado en ese momento. La curva de estado determina la estabilidad de la atmósfera. La comparación de G.T.V. y los gradientes adiabáticos, surge la tendencia a la estabilidad de la atmósfera.

Las curvas de estado tienen diferentes formas:

Descenso constante en relación a la altura.

Inversión térmica, producida por un frío anormal en alturas bajas (noches sin nubes).

Hablamos de equilibrio en un sistema de tres tipos: estable, inestable o indiferente, dependiendo de que una vez desplazado de su equilibrio inicial, tienda a recuperar su situación inicial (estable), tienda a cambiarlo (inestable), o no varíe (indiferente).

TEMA 5: LAS AGUAS CONTINENTALES

1. El agua en el suelo (humedad del suelo)

2. El agua subterránea

3. Ríos

4. Lagos

5. Hielos

• El agua en el suelo

Cuando el agua llega al suelo se producen varios procesos:

- Intercepción
- Infiltración
- Percolación

Intercepción, parte de la precipitación queda interceptada (atrapada) por la cubierta vegetal antes de alcanzar la superficie. Cuando el peso de agua retenida en las hojas supera al que resiste en las hojas hace que ésta se doble y caiga toda el agua que tenía al suelo.

Que caiga o no al suelo depende de la cubierta, la fuerza de la lluvia, la intensidad, la duración... Puede que la precipitación nunca llegue al suelo y quede retenida toda por el árbol, si está es suave.

Una vez llega el agua al suelo se inicia la absorción, la superficie del suelo actúa como un filtro. Infiltración,

la capacidad de infiltración nos marca la capacidad máxima de agua que puede admitir un suelo, esta capacidad varía en función del tiempo (un suelo húmedo disminuye su capacidad de infiltración, según se va mojando por la lluvia) cuanto más tiempo pasa menos capacidad tiene, un suelo seco tiene más capacidad de infiltración. Si la intensidad de la precipitación es superior a la capacidad de infiltración se produce la escorrentía.

El proceso de infiltración de agua en el suelo depende de unas fuerzas, como la gravedad y la capilaridad que implica movimientos ascendentes y laterales del agua por los poros que tiene el suelo.

La capacidad de infiltración del suelo depende de la textura de éste. La porosidad es el volumen de espacio de aire disponible en una roca, por ejemplo: 100cm³ de suelo donde 40cm³ es aire y 60cm³ no hay, el 40 % es porosidad.

En la atmósfera hablamos de estabilidad al estado que condiciona que el aire continúe en la capa que ocupaba, o tiende a ocuparla de nuevo. Inestable será cuando estamos en un estado atmosférico en el que hay una tendencia a la ascensión de aire. Inestabilidad no implica precipitación, depende de la humedad. La estabilidad e inestabilidad se puede clasificar de diferentes formas:

- Estabilidad absoluta, cuando el $G.T.V. < G.A.S. < G.A.S. (gradiente térmico saturado)$. En esta situación, si una masa de aire asciende será más fría en cualquier estrato atmosférico que el aire que lo rodea, por lo que tenderá a bajar.
- Inestabilidad absoluta, $G.T.V. > G.A.seco > G.A.saturado$. En una subida libre, no forzada del aire, éste se eleva, siendo siempre más cálido que el aire de su entorno, por lo que una vez iniciado el movimiento se aleja de su posición inicial. Ascenderá hasta la tropopausa donde aumenta la temperatura.
- Inestabilidad condicionada, $G.A. saturada < G.T.V. < G.A.seco$, la estabilidad e inestabilidad dependerá de la humedad relativa del aire que se mueve, si el aire está saturado tenderá a la inestabilidad, el ascenso de las masas de aire no es libre, se le obliga a ascender, si en este ascenso se alcanza una saturación puede producirse un ascenso libre, por lo tanto una inestabilidad.

Ejercicio:

Tenemos: $G.T.V. = 0,7^{\circ}C/100m$ $T^{\circ}G.T.V.$

$H.relat = 90\%$ 1000 --- 13 14°C

$T^{\circ}C(0m) = 20^{\circ}C$ 900 --- 13,7 14,5°C

Sube 1000m 800 --- 14,4 15°C

700 --- 15,1 15,5°C

600 --- 15,8 16°C

500 --- 16,5 16,5°C

400 --- 17,2 17°C

300 --- 17,9 17,5°C

200 --- 18,6 18°C = temp punto de rocío

100 --- 19,3 19°C

0 --- 20 20°C

Hsat=17gr/cm³

Hsat=15,3gr/m³

T^orocío=18°C

Si tenemos $GTV < 0,5^\circ$ tendremos estabilidad; $GTV > 1^\circ$ tendremos inestabilidad, independientemente de la humedad.

Si tenemos $1 > GTV > 0,5^\circ$ tendremos inestabilidad condicionada, dependiendo de la humedad.

Si se produce un enfriamiento en capas altas o un calentamiento en capas bajas, se producirá una situación de inestabilidad.

Si se produce un calentamiento en capas altas o un enfriamiento en bajas, se producirá un proceso de estabilización.

3. Precipitaciones

3.1 Génesis

No es lo mismo inestabilidad que precipitación. En inestabilidad suele haber precipitación pero no siempre (puede ser estable y por una cadena montañosa ascender y precipitar). Para que se produzca la precipitación necesitaremos ascensos de masas de aire y humedad adecuada. Tampoco la formación de nubes implica lluvia.

Precipitación, es la caída de partículas de agua, tanto en estado sólido como líquido (lluvia, llovizna, nieve, granizo, pedrisco...).

Una gota de lluvia de 1mm de diámetro necesita la unión de muchísimas gotas de nube (gotícula), para formar una de estas últimas se necesitan millones de moléculas de agua. Dentro de las nubes se producen corrientes de aire que juntan/separan gotículas de nube. Dos teorías:

- Teoría de colisión y coalescencia, por atracción de gotículas se forman gotas de mayor tamaño, dicha teoría dice que la colisión y coalescencia entre gotas de nube de diversos tamaños daría lugar a gotas de lluvia, y crecería en su caída. Las gotas mayores caerían a mayor velocidad y absorberán otras gotas. Esta teoría explicaría la lluvia en latitudes bajas.
- Teoría de Bergeron-Findeisen, en la nube coexisten cristales de hielo y gotículas de agua en estado de subfusión (a menos de 0° pero líquidas) éstas se evaporan y subliman sobre los cristales de hielo, cuando los cristales son grandes, caen. Al atravesar aire con temperaturas altas, las partículas de hielo se funden. Esto explicaría la mayor parte de las precipitaciones en latitudes medias y altas, donde en las nubes hay temperaturas por debajo de los 0° . Para que la gota de nube se congele tendremos que tener una temperatura inferior a -40°C a no ser que existan núcleos de congelación, como las arcillas.

3.2 Tipos

Según su génesis, que provoca el ascenso de las masas de aire, hay varios tipos:

- Frontal, tienen lugar por ascenso de masas de aire provocada por el contacto de dos masas de aire de temperatura diferente.

El aire cálido, al ser menos denso asciende y el aire frío penetra en la zona.

- Dinámicas, producidas cuando el ascenso de masas de aire se produce por el movimiento horizontal de éstas. Así se crean sectores de convergencia en altura, estas se producen en zonas ecuatoriales, que están caracterizadas por bajas presiones, creadas por los vientos alisios (zona de convergencia intertropical).
- Convectivas, se relacionan con intensas corrientes ascendentes que provocan un ascenso libre de aire, originadas en células de convección. Estas precipitaciones son de carácter tormentoso, con formación de nubes de tipo cumulo y cumulonimbos (nubes de tendencia vertical), estos ascensos se producen sobre todo por el desigual calentamiento de la superficie terrestre.

Convección a pequeña escala, pequeñas nubes que forman tormentas cortas (verano).

Convección a media escala, grandes cumulonimbos que abarcan 40–50km² de duración media y probable caída de granizo.

Convección a gran escala, en zonas intertropicales que abarcan grandes extensiones, son fuertes y prolongadas.

Las precipitaciones convectivas son propias de zonas cálidas y húmedas, también existen en latitudes medias pero sólo en verano.

- Orográficas, se produce cuando la ascensión de la masa de aire la provoca una barrera montañosa más o menos perpendicular a la dirección de avance, a veces estas precipitaciones se producen en estado de estabilidad total o condicionada.

Las zonas de montaña hacen que se frene el frente de las tormentas, lo que provoca que en estos lugares llueva más, las precipitaciones aumentan con la altura hasta el punto denominado óptimo pluviométrico.

Hablaremos de precipitación anual, mensual y diaria, la precipitación media mensual será la media de las precipitaciones recogidas en un mismo mes a lo largo de varias semanas, la precipitación media anual será lo mismo pero con años completos.

Los lugares de mayor precipitación son:

- Hawai, 11.455mm anuales.
- El máximo se recogió en el Himalaya, 9.300mm mensuales (en un mes de Junio).
- En un pueblo indio se recogieron 26.461mm en 12 meses.

Las líneas que unen puntos con iguales precipitaciones se denominan isoyectas.

Factores que determinan las precipitaciones:

- Humedad del aire, tierra/mar.
- Temperatura.
- Orografía.
- Circulación (atmosférica) del aire (altas y bajas presiones).
- Corrientes marinas.

Circulación atmosférica general

Para que se produzca aridez hace falta: estabilidad y subsidencia (bajada de aire, altas presiones)