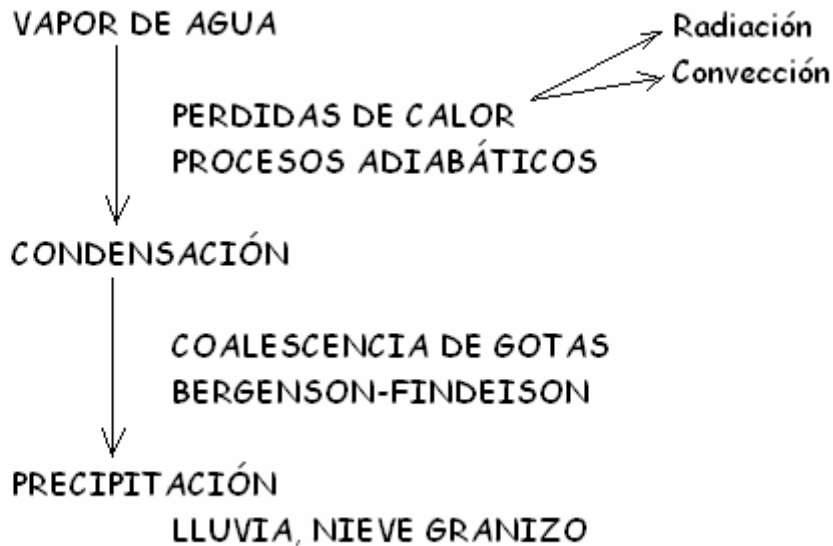


PRECIPITACIÓN



CONDENSACIÓN Y PROCESO ADIABÁTICO. GRADIENTE ADIABÁTICO SECO Y HÚMEDO

La lluvia, la nieve, el cellisco o aguanieve, o bien el granizo, se refieren a un mismo fenómeno denominado precipitación. Solamente donde las extensas masas de aire experimentan una continua disminución de las temperaturas por debajo del punto de rocío, la precipitación adquiere una considerable magnitud. Además, requiere un ascenso de la masa de aire hasta elevadas cotas.

El aire ascendente experimenta una disminución de la temperatura, aún cuando no se pierda energía calorífica hacia el exterior. El descenso de las temperaturas es resultado de un decrecimiento de la presión atmosférica en altura, permitiendo al aire ascendente expandirse. Debido a que las moléculas de gas se encuentran en forma difusa, y su movimiento no es rápido, la temperatura sensible del gas en expansión disminuye. A este se le llama proceso adiabático. En él, la energía calorífica permanece de la misma forma que perdura la materia dentro de una masa de aire. El proceso es reversible. La expansión resulta siempre de un enfriamiento, la compresión de un caldeoamiento.

En una porción de aire ascendente, el gradiente de descenso de la temperatura denominado gradiente adiabático seco es de $10^{\circ} C$ por cada 1000 m de ascenso vertical. Se aplica tan sólo si no existe condensación, el gradiente vertical o punto de rocío también baja gradualmente con el ascenso de aire: el gradiente es de $2^{\circ} C$ por cada 1000 m.

El gradiente adiabático de enfriamiento no ha de ser confundido con el gradiente de temperatura; este se aplica para el aire estable.

Supongamos que una porción de aire próxima a la tierra tuviese una temperatura de $20^{\circ} C$ y que su punto de rocío fuera de $12^{\circ} C$. Si ahora la burbuja sufriese un ascenso continuo, su temperatura decrecería mucho más rápido que la del punto de rocío, por que ambas líneas convergerían rápidamente. A una altura de 1000 metros la temperatura del aire coincidiría con la temperatura del punto de rocío, por lo que la burbuja habrá llegado a su punto de saturación. Si sube más alto el vapor de agua se condensará en diminutas gotas de agua, partículas líquidas y se formará la nube.

Cuando el vapor de agua se condensa, el calor en forma latente se transformará en calor sensible, el cual se añadirá al existente, contenido en la porción del aire. Originalmente, esta energía almacenada se obtuvo mediante el proceso de evaporación en el momento que el vapor de agua entró en la atmósfera.

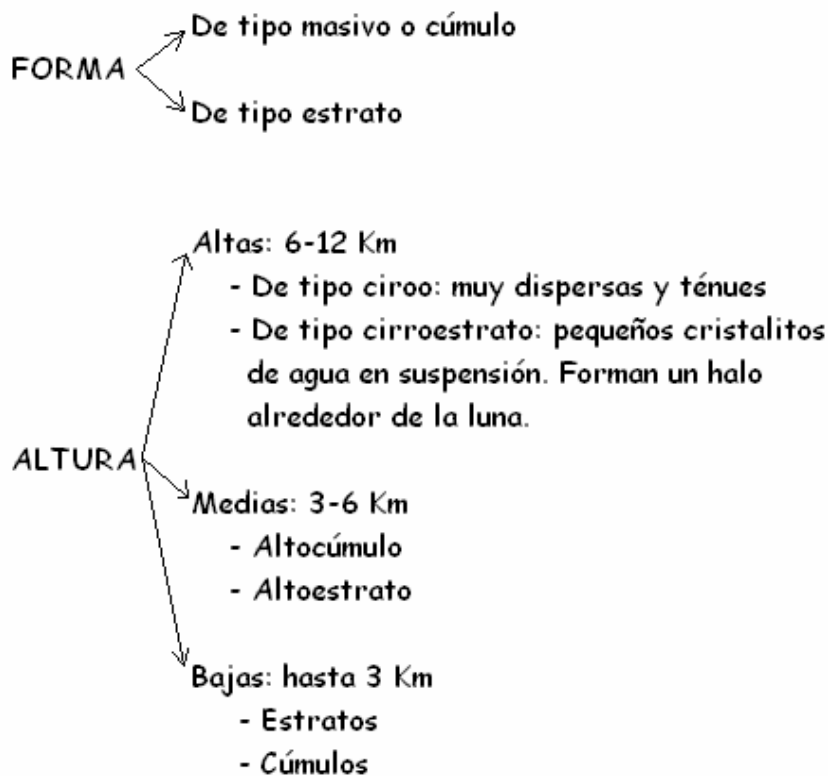
Así como continúe la condensación dentro de una masa ascendente, el calor latente liberado por condensación compensa en parte la disminución de temperatura por el enfriamiento adiabático. El resultado es que el gradiente adiabático se verá enormemente reducido, oscilando entre los 3 y los $6^{\circ} C$ por cada 1000 m. A éste se le denominará gradiente adiabático húmedo. El valor más bajo del gradiente húmedo se aplica cuando la condensación es muy rápida, lo cual es característico de latitudes próximas al Ecuador. A medida que el aire asciende y deviene cada vez más frío, la proporción con que se condensa el vapor de agua va disminuyendo, incrementándose, con ello el gradiente adiabático húmedo hasta valores elevados.

NUBES. CONSTITUCIÓN

Una nube es una masa de partículas de agua o hielo, de un diámetro que oscila entre 20 y 50 micras. Cada partícula se forma sobre un núcleo de materia sólida que tenía un diámetro de 0,1-1 micras. Los núcleos de condensación han de estar presentes en gran número, al mismo tiempo que han de poseer características higroscópicas, es decir, que sea susceptible de atraer moléculas de vapor de agua. Pueden ser partículas suspendidas a modo de polvo atmosférico, por ejemplo provenientes del mar. Las gotitas de agua pulverizada, procedentes de las crestas de las olas, son rápidamente transportadas hacia las capas altas de la atmósfera mediante turbulencia del aire. La evaporación del agua libera un residuo sólido de sal cristalina.

El agua, en cada diminuta partícula que constituyen las nubes, permanece en estado líquido a temperatura muy por debajo de su punto de solidificación. Tal estado de esta agua se define como agua subenfriada.

CLASIFICACIÓN DE LAS NUBES POR SU FORMA. NUBES ESTRATIFORMES Y CUMULIFORMES. NUBES DE DESARROLLO VERTICAL



Hay prefijos que pueden ponerse delante, como nimbo, que significa lluvia, y que se puede aplicar a los casos anteriores.

Las nubes se clasifican de acuerdo a la altura donde se ubican y según su forma. Basándonos en la forma tenemos: estratiformes y cumuliformes.

Las primeras son blanquecinas y ocupan grandes extensiones. Nos indica la presencia de capas de aire que están obligadas a ascender gradualmente sobre una capa estable de elevada densidad. A medida que continúa su ascensión, se enfría adiabáticamente y la condensación se efectúa sobre una amplia zona. Pueden ocasionar gran cantidad de precipitación en forma de lluvia o nieve.

Las nubes cumuliformes son masas globulosas que se podrían representar a modo de burbuja de aire calentado, que asciende espontáneamente debido a que poseen una menor densidad que el aire que las circunda. La precipitación producida por este tipo de nubes se realiza sobre una pequeña área.

Pasemos a clasificarlas según la altura. La familia de las nubes más altas está constituida por cirros y sus formas derivadas, cirrostratos y cirrocúmulos. Están entre los 6 y los 12 Km. Están compuestas por cristales de hielo. El cirro es una nube delicada, arrizada, que puede formar rayas o líneas en el cielo. No impide el paso de luz solar o lunar. El cirrostrato es una nube formada por cristales de hielo y que constituye una estratificación más homogénea, produciendo un halo alrededor del Sol o de la Luna. Allí donde la capa nubosa aparezca bajo una formación de piezas globulares a modo de paquetitos se les denomina cirrocúmulos. (cielo emborregado).

Dentro de la familia de nubes de altura media, entre los 2 y 6 Km se incluyen los altostratos y altocúmulos. El primero forma una capa blanquecina. Su apariencia suele ser grasosa y su base parece alisada; se puede observar el Sol como si fuera una mancha brillante en la nube. Los altocúmulos son una capa formada por masas nubosas individuales, muy próximas unas de otras. Las masas aparecen de un color blanquecino, algo gris en los laterales y a través de los resquicios entre nube y nube se puede observar el azul del cielo. Los altostratos se asocian con proximidad de mal tiempo. Los altocúmulos son característicos de buenas condiciones climáticas.

En la familia de las nubes bajas, desde el nivel terrestre hasta 2 Km, tenemos los estratos, nimbostratos y los estratocúmulos. Los estratos son

una capa densa, baja y gris oscura de nubes; cuando este tipo de nubes produce precipitación en forma de lluvia o nieve se le denomina nimbostratos. Los estratocúmulos son una capa de nubes bajas, formadas por diferentes masas individuales entre las cuales el cielo parece abierto. Forman los "camino de nubes". Están asociadas con tiempo bueno o una mejoría, pero pueden ocasionar alguna precipitación procedente de estas masas.

Las nubes con gran desarrollo vertical: nubes cumuliformes pueden disponerse a alturas mayores o iguales a su dimensión horizontal. El cúmulo es una masa nubosa blanca. Los pequeños cúmulos están asociados con el buen tiempo. Los grandes, muestran una base plana y una superficie muy abultada. Tienen un blanco puro por el lado iluminado por el Sol, mientras que por los laterales y por la base presentan un color gris oscuro.

Estas masas individuales de cúmulos crecen de forma exorbitante hasta formar los cumulonimbos, la nube típica de tormenta. Éstas producen abundante precipitación y una gran aparato eléctrico y vientos racheados fuertes.

NIEBLAS DE RADIACIÓN Y DE ADVECCIÓN

La niebla es una nube que se pone en contacto con la superficie marítima o terrestre. Es un peligro medioambiente: la formación de niebla sobre las autopistas o carreteras frecuentadas es causa de terribles accidentes en cadena; ocasiona la demora de los aterrizajes e incluso cierre de muchos aeropuertos; ha sido un peligro para la navegación. Igualmente peligrosas las nieblas contaminantes.

La niebla por irradiación se origina durante la noche cuando la temperatura de las capas inferiores de aire que están inmóviles baja más del punto de rocío. Se asocia con la inversión térmica a bajo nivel o terrestre.

La niebla por advección resulta del movimiento de una capa de aire cálido y húmedo sobre una capa de aire más frío, o bien sobre una cobertura nevosa. La pérdida de calor por irradiación hacia la tierra provoca una caída de las temperaturas por debajo del punto de rocío, iniciándose pues la condensación. Un tipo similar a este se forma sobre los océanos donde el aire procedente de una corriente cálida sopla a través de una superficie fría causada por una corriente fría subyacente.

COALESCENCIA DE GOTAS

Durante el rápido ascenso de una masa de aire las partículas que constituirán las nubes crecerán rápidamente alcanzando unas dimensiones que oscilan entre las 50 y las 100 micras de diámetro. Ellas se unen mediante colisiones adquiriendo tamaños mayores de 500 micras. Gotitas de esta talla constituyen, a su llegada a la tierra lo que forma la llovizna, una de las formas de precipitación reconocida. Una mayor coalescencia aumentará el tamaño de las gotas y producirá lo que denominamos lluvia. El tamaño medio de las gotas de agua varía entre las 1000 y 2000 micras de diámetro, pero pueden llegar a alcanzar un diámetro máximo de 7 mm. El superar este tamaño significa su rotura por volverse inestables, dividiéndose en su caída en diferentes gotitas. Otro tipo de lluvia se forma directamente por condensación a estado líquido y coalescencia de gotitas, cosa que suele ocurrir en nubes sobre las zonas ecuatoriales y tropicales. La lluvia que encontramos en latitudes medias y altas se debe a la fusión de nieve en su recorrido hacia niveles bajos y más cálidos.

La nieve se produce en las nubes como consecuencia de un proceso de mezcla de cristales de hielo y gotas de agua subenfriadas. La caída de los cristales forma como núcleos que interceptan gotitas de agua. En cuanto se adhieren, la película de agua se hiela, añadiéndose entonces a la estructura cristalina. Los cristales cuajan juntos fácilmente formándose grandes copos de nieve, cayendo, en consecuencia más rápidamente de la nube. Cuando la capa de aire subyacente presenta temperaturas inferiores al punto de congelación, la nieve alcanza el suelo en forma de precipitación sólida; de otra forma se fundiría y llegaría en forma de lluvia. Un proceso contrario, la caída de gotitas de lluvia a través de una capa de aire más frío, provoca la congelación originando bolas o granos de hielo, eso forma lo que se denomina aguanieve.

El granizo consiste en grandes bolas o esferas de hielo. Cuando la lluvia cae sobre un suelo helado, el agua se transforma en hielo transparente manifestándose sobre el suelo u otras superficies: verglás, ocasionado por tormentas de hielo. La cubierta de hielo no es una forma de precipitación.

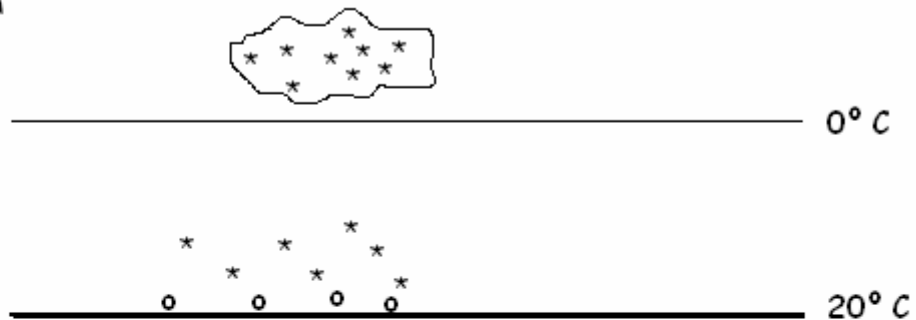
PRESIÓN DE VAPOR CON RESPECTO AL AGUA Y CON RESPECTO AL HIELO. EFECTO DE BERGERON-FINDEISON.

Las nubes están compuestas por varios estados. Según el que domine, la situación se moverá hacia un lado u otro. Esto depende de la temperatura y del vapor de saturación.

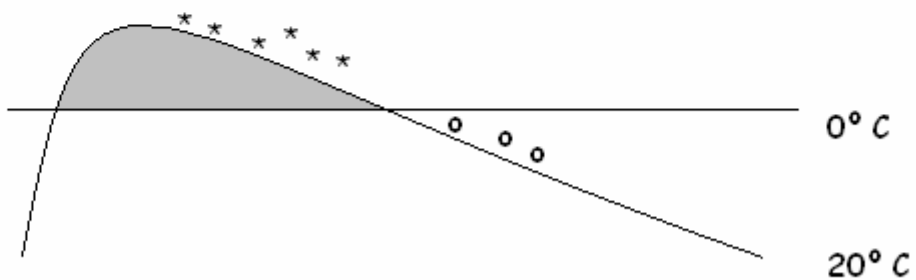
Temperatura	0	-10	-20	-30	-40
E. Agua	611	586	1.25	0.51	0.19
E. Hielo	611	260	1.03	0.387	0.13

Como indica la tabla, a menor temperatura, el hielo se satura antes. Si tenemos una nube con los tres estados, los cristales de hielo comienzan a sublimar a costa del agua, y esta a costa del vapor. Luego la transformación de agua en hielo es a través del vapor y empieza a caer como copos de nieve. Hay dos posibilidades:

CASO A



CASO B



PLUVIÓMETROS Y PLUVIÓGRAFOS

La precipitación se mide por la cantidad que se recoge de ella por unidades de tiempo. Un centímetro de lluvia es una cantidad suficiente como para poder cubrir el suelo con la misma altura teniendo en cuenta que no se perdiese nada por evaporación, escorrentía o filtración en el suelo. Una

forma sencilla de calibrarla puede hacerse mediante un recipiente cuyas características habría de ser: una base plana y que el costado y la base formen un ángulo recto. Se mide el espesor de agua acumulada. El tiempo de acumulación ha de procurarse que no sea excesivo, pues se perdería líquido por evaporación.

Para medir el espesor de un líquido demasiado pequeño, así como para reducir las pérdidas por evaporación, el pluviómetro está construido con forma cilíndrica en cuyo interior hallamos un embudo conectado a un estrecho tubo. Este aparato requiere un frecuente vaciado.

La precipitación en forma sólida, tal como la nieve, se mide mediante fusión de una muestra de una columna de nieve y su posterior reducción a su equivalente en agua. De esta forma ambos registros, los de nieve y los de lluvia, pueden compararse.

El pluviógrafo permite hacer una gráfica de la cantidad de precipitación caída.

CONDICIONES PARA PRECIPITACIÓN: ATMÓSFERA ESTABLE E INESTABLE. CAMBIOS EN LA ESTABILIDAD ATMOSFÉRICA: ADVECCIÓN, CONTACTO CON SUPERFICIES, RADIACIÓN EN PARTES ALTAS DE LAS NUBES.

La precipitación se produce por dos mecanismos: ascenso espontáneo de aire húmedo y ascenso forzado de aire que contiene humedad.

La primera se asocia con la convección, fuertes corrientes ascendentes que se llevan a cabo en las células de convección. Este aire se eleva debido a su menor densidad con respecto al aire que le rodea a modo de impulsos.

Una mañana clara y cálida de verano el Sol brilla sobre un paisaje de parcelas de bosques y de campos. Ciertas superficies, como la tierra desnuda, se calientan más rápidamente y transmiten este calor mediante radiación de onda larga a la capa de aire adyacente. Esta devendría caliente, mucho más que el aire que le rodea, y comenzaría a elevarse como un globo.

A medida que el aire asciende, se enfría adiabáticamente, de modo que finalmente su temperatura está por debajo del punto de rocío. La condensación comienza y la columna de aire ascendente aparece como un

cúmulo. Cuando la burbuja de aire está suficientemente enfriada por el proceso adiabático, cesa de ascender y queda parado el proceso de condensación. Entonces el pequeño cúmulo se disuelve, después de ser arrastrado por el viento. Bajo unas diferentes condiciones atmosféricas, la convección continúa un desarrollo libre, incontrolado, de forma que la nube crece hasta convertirse en un cumulonimbo o nube de tormenta, la cual producirá grandes chubascos.

Un calentamiento desigual de la capa inferior de la atmósfera sirve solamente de efecto disparo para llevar a cabo una corriente ascendente de forma espontánea y alimentada por la energía calorífica latente liberada por la condensación de vapor de agua.

El aire susceptible de elevarse de forma espontánea durante la condensación se denomina aire inestable. En él la corriente ascendente tiende a acrecentarse con el tiempo. A elevadas altitudes la mayor parte del volumen de vapor de agua ha condensado y ha caído en forma de precipitación, por lo que la fuente de energía se pierde. Cuando esto ocurre, la célula de convección se debilita y el aire cesa de ascender.

El aire inestable genera grandes aguaceros y tormentas. Se halla con mayores probabilidades en áreas cálidas y húmedas, como regiones tropicales y ecuatoriales. A lo largo del año y en las latitudes medias tan sólo se forman durante la estación estival.

Supongamos que la burbuja de aire es forzada a ascender repentinamente desde el suelo, donde tenemos una temperatura de $30^{\circ} C$. Una vez que haya recorrido 500 m de desnivel, su temperatura habrá disminuido $5^{\circ} C$ adquiriendo una temperatura de $25^{\circ} C$, mientras que la del aire que la envuelve, el medio, poseerá $2^{\circ} C$ más, siendo, por tanto de $27^{\circ} C$. El aire de la burbuja será de esta forma más frío que el del medio y, en consecuencia, si no la forzamos a ascender más, su tendencia natural será descender a tierra. Estas condiciones corresponden a un aire estable, incapaz de producir células convectivas.

Cuando la capa inferior del aire está excesivamente caldeada, el gradiente térmico del medio se incrementará y el aire devendrá inestable.

TIPOS DE PRECIPITACIÓN. PRECIPITACIÓN CONVECTIVA. TÉRMICAS. CUMULONIMBOS. GRANIZO. DESCARGAS ELECTRICAS. DISTRIBUCIÓN Y FRECUENCIA DE LAS TORMENTAS.

PRECIPITACIÓN CONVECTIVA

Ascenso espontáneo de aire húmedo. La convección es el movimiento de la atmósfera, que consiste en fuertes corrientes ascendentes que se llevan a cabo en las células de convección. Ese aire se eleva súbitamente. El ascenso del aire en una célula de convección se realiza a modo de impulsos como burbujas de aire que suben en continua sucesión. La precipitación convectiva se origina cuando tenemos una situación de atmósfera inestable. La diferencia entre atmósfera estable e inestable depende de la relación que existe entre el gradiente de temperatura de la atmósfera: gradiente adiabático. Produce lluvias violentas, con descargas eléctricas y ocasionalmente granizo.

Cuando la atmósfera es inestable, el aire tiende a subir, y hay una altura crítica donde se produce condensación y llegamos al punto de rocío. Como consecuencia, si la masa de aire sigue subiendo, la temperatura sigue disminuyendo pero más lenta que en un principio, y tenemos pues el paso de gradiente adiabático seco a gradiente adiabático húmedo. Aparece como consecuencia una nube de desarrollo vertical pudiendo el aire subir por su interior a unos 100 Km/h.

La convección se manifiesta a través de la tormenta y esta asociada con una nube alta y densa, conocida como cumulonimbos, donde fuertes corrientes de aire ascendente se desarrollan. El trueno y el rayo son fenómenos que la suelen acompañar y la lluvia suele ser intensa, ocasionando fuertes aguaceros de corta duración. Antes de iniciarse el temporal suele desarrollarse un fuerte viento superficial.

Una única tormenta está constituida por células individuales, por lo que asciende el aire en una sucesión de porciones de aire. En el momento en que cada una asciende, transporta aire de las regiones subyacentes en una fase denominada etapa cumuliforme. El aire levantado por una célula tormentosa puede alcanzar velocidades verticales superiores a los 60 Km/h. La precipitación se realiza en forma de lluvia en los niveles inferiores, mezcla de agua y nieve en los medios, y nieve en los altos.

En conexión con las tormentas tenemos el granizo, los rayos y los tornados. El granizo está formado por acumulación de capas de hielo sobre partículas

de hiel oque se encuentran suspendidas en las grandes corrientes ascendentes que se forman en el interior de las nubes de tormentas. Después de que las piedras de granizo hayan aumentado su tamaño, que puede ser de un diámetro de 3 a 5 cm, escapan a las corrientes ascendentes, cayendo al suelo.

Otro efecto de las células de convección es la formación de relámpagos y rayos, uno de los peligros del medio que produce mayor mortandad y perjuicios. Los rayos no son más que un gran arco eléctrico, un gigantesco chispazo, que puede ocurrir entre una nube y el suelo (rayo) o bien entre una nube y otra nube (relámpago), pudiendo ser su descarga entre 60.000 y 100.000 amperios. La descarga eléctrica tiene que ver con los dipolos que posee la molécula de agua. La disposición de la carga no es neutra, luego cuando hay muchas moléculas de agua y se orientan en la misma posición, hay una descarga debido a la repulsión. El rápido calentamiento y la expansión del aire, producidas en las zonas afectadas por el rayo, envía hacia el exterior unas potentes ondas sonoras que conocemos como truenos.

PRECIPITACIÓN OROGRÁFICA. EFECTO FÖHN. SOMBRAS DE LLUVIA. EJEMPLO A ESCALA MUNDIAL Y EJEMPLOS LOCALES

El ascenso forzado de grandes masas de aire ocurre bajo dos condiciones iniciales muy diferentes. Cuando los vientos predominantes tropiezan con un sistema montañoso, la capa de aire, como un todo tiende a subir y superar la barrera. La precipitación que se produce de esta forma se llama lluvia o precipitación orográfica, relacionada con la presencia de montañas. Una capa de aire frío puede actuar de la misma forma que una barrera montañosa. El aire caliente en movimiento a menudo encuentra una capa de aire más fría. Este aire, al ser más denso que el primero permanecerá en niveles de contacto con el suelo y actuando a modo de barrera a la progresión del aire cálido, viéndose obligado a ascender. También una masa de aire frío en movimiento que fuerza a ascender al aire cálido. Muchos de los desiertos más importantes se han formado así.

El chinook es un viento cálido y reseco que sopla frecuentemente en las cordilleras de la costa este de los EEUU. Provoca una fuerte y rápida evaporación de la humedad del suelo y funde fácilmente la nieve. Es el resultado de la mezcla, mediante turbulencias de las capas de aire inferiores con las superiores en la vertiente de sotavento. Las capas altas contienen muy poca humedad al principio, pero se resecan y calientan cuando

llegan a niveles inferiores. Un viento similar es el Föhn, el cual sopla en la vertiente norte de los Alpes austríacos.

Muchas de las lluvias orográficas en bajas latitudes son de tipo convencional, las cuales toman un cariz de fuertes aguaceros y tormentas. Las tormentas de convección se caracterizan por la ascensión forzada de aire inestable, en el momento que sobrepasa una cadena montañosa. Las lluvias monzónicas torrenciales de los sistemas montañosos asiáticos y los del este de la India, entran en este tip.

En la formación montañosa, en la ladera de barlovento encontramos la presencia de bosques de niebla, bastante húmedos. A ellos está asociada la precipitación horizontal, ya que cuando tenemos una zona siempre sumergida en niebla, hay gotas que caen hacia las hojas de los árboles y el suelo de bosque puede estar muy húmedo sin que llueva.

PRECIPITACIÓN FRONTAL. MASAS DE AIRE Y REGIONES FUENTE. EL FRENTE POLAR Y LA CORRIENTE EN CHORRO. FRENTE CÁLIDO, FRENTE FRÍO Y FRENTE OCLUÍDO. EVOLUCIÓN DE UNA BORRASCA EN LATITUDES MEDIAS.

Tiene que ver con la presencia de frentes, que en este caso son de lluvia.

1. Masa de aire

Las depresiones de las latitudes medias y altas dependen para su desarrollo de la coincidencia de grandes masas de aire con características físicas diferentes. Un cuerpo de aire en el cual las características de temperatura y humedad son completamente uniformes sobre una extensa región, se conoce como masa de aire. Está caracterizada por una combinación particular de la temperatura, gradiente vertical del medio y por una determinada humedad específica.

Tiene unos límites muy bien definidos, generando una discontinuidad que llamamos frente. Por ejemplo, entre las masas de aire polar y la tropical, por debajo del eje de la corriente en chorro del frente polar, en las ondulaciones de las capas altas de la troposfera. A este hecho lo denominamos frente polar.

Las propiedades de una masa de aire se deben en gran parte a las regiones sobre las que pasan. La complejidad de las influencias es particularmente

importante en las latitudes altas y medias del hemisferio boreal, dentro del flujo de los vientos de oeste.

Sin embargo, sobre las vastas regiones ecuatoriales y tropicales, una masa de aire refleja de forma simple las propiedades de una superficie continental u oceánica por encima de las cuales se mueve lentamente o bien tiende a estacionarse. Sobre una superficie oceánica ecuatorial, los niveles más bajos de la capa de aire que se sitúa por encima de ella desarrollan un alto contenido en vapor de agua. Y al revés, sobre un extenso desierto tropical, el aire lentamente subsidente forma una masa de aire con una baja humedad relativa. Sobre una superficie terrestre fría y cubierta de nieve por ejemplo en la zona ártica durante el invierno, las capas inferiores de la masa de aire se caracterizan por ser muy frías y poseer un bajo contenido en vapor de agua. Son las regiones manantial.

Las masa de aire se desplazan de una región a otra siguiendo las pautas que les marca la presión barométrica. A lo largo de esta migración sus capas inferiores sufren una modificación gradual.

Se clasifican de acuerdo a dos variables:

- Posición latitudinal sobre el globo, las cuales determinarán sus características térmicas.
- La superficie adyacente, si continente u océano, lo que determinará su capacidad higrométrica.

MASAS DE AIRE	SIMBOLO	REGIÓN MANANTIAL
Ártica	A	Océano Ártico y tierras limítrofes
Antártica	AA	Antártica.
Polar	P	Continentes y océanos lat. 55-60° N y S
Tropical	T	Continentes y océanos lat. 20-35° N y S
Ecuatorial	E	Océanos, en línea ecuatorial
Marítima	m	Océanos
Continental	c	Continentes

La masa ecuatorial marítima contiene unas 200 veces más vapor de agua que la masa de aire ártica continental y ártica marítima, cuyas características son de extrema sequedad y frialdad. La masa de aire tropical, marítima y ecuatorial marítima son bastante similares.

2. Frentes. el frente polar y la corriente en chorro. frente cálido, frente frío y frente ocluido.

Los climas se explican por las interacciones entre las masas de aire. Esas masas de aire interaccionan mediante frentes. Nosotros estamos en una zona de interacción entre la masa de aire polar y la tropical, que es lo que se denomina frente polar. Siempre asociado al frente polar, en la zona polar, en el límite de la troposfera, aparece la corriente en chorro.

En el frente frío, la masa de aire más frío, al ser más densa, permanece en contacto con la superficie del suelo, forzando a la masa de aire más cálido a ascender por encima suyo. La pendiente es enormemente exagerada, de 1 a 40. Los frentes fríos están asociados con fuertes perturbaciones atmosféricas.

En cuanto al aire caliente e inestable es forzado a elevarse, todo ello puede derivarse en fuertes tormentas.

Un frente cálido que avanza hacia una región con aire más frío, el aire frío permanece en contacto con el suelo y el aire cálido es forzado, de nuevo, a ascender, como si se elevase por una larga rampa. Presentan una pendiente menor que los frentes fríos. Representan condiciones atmosféricas estables y carecen de los movimientos turbulentos del aire de los frentes fríos. Naturalmente, si el aire cálido es inestable, desarrollará células de convección y habrá intensos chubascos o tormentas.

Los frentes fríos suelen moverse sobre tierra a mayor velocidad que los cálidos, de esta forma, cuando ambos se sitúan en los mismos parajes, el aire frío acaba por atrapar al cálido y se forma un frente ocluido. El aire más frío con el movimiento más rápido de su frente permanece en tierra, forzando tanto al aire cálido como al menos frío a ascender por encima suyo. La masa de aire cálida es alzada completamente del suelo.

3. Zonas mundiales de precipitación.

- ✓ Donde más llueve es en las zonas próximas al Ecuador y donde menos en las zonas próximas a los polos. Esa poca precipitación se acumula en forma de hielo.

- ✓ Hay poca disminución en la zonas subtropicales (Sahara, Arabia)

- ✓ En el Ecuador, la precipitación es de tipo convectivo (tormentas), con precipitación muy alta.
- ✓ En la zona subtropical afectada por los vientos alisios (Caribe, Madagascar), con aire húmedo y cálido, lo que permite un efecto orográfico ocurren precipitaciones abundantes. Llueve más en la costa del Caribe que en la del Pacífico (costas orientales de los continentes).
- ✓ En los grandes desiertos subtropicales, la precipitación es muy baja (Arabia, centro de Australia y parte de algunos desiertos de América del Sur). La causa de esta precipitación es el extremo opuesto de la célula de Hadley. Así pues llueve muy poco, unos 200 mm es excepcional.
- ✓ En las zonas de desiertos y estepas del centro de continentes (costa de América del Norte), muy alejadas del mar y de la zona de lluvia.
- ✓ En el extremo sudeste de los continentes tenemos una precipitación de unos 1500-2000 mm al año, debido a masas de aire marítimo tropical que se mueven por la parte baja de las anticiclones (Japón, Corea, norte de China).
- ✓ En las costas occidentales de los continentes hay mucha precipitación de tipo frontal como consecuencia del aire marítimo polar y el marítimo tropical. Supera los 2m al año, aunque puede llegar a los 4 o 5 m. Se mueve de Este a Oeste (los frentes). Si hay efecto orográfico aumenta esta cantidad.
- ✓ En los grandes desiertos árticos la precipitación es muy escasa y lo que llueve lo hace en forma de nieve y se acumula.

4. Evolución de una borrasca en latitudes medias

En latitudes medias y altas, un vórtice que se forma, se intensifica y disuelve rápidamente a lo largo de un frente polar entre masas de aire frío y cálido.

Una situación favorable a la formación de la ondulación ciclónica se refleja en el mapa del tiempo en superficie. En él se puede observar una hondonada de baja presión que se halla entre dos anticiclones (altas); una está constituida por una masa de aire polar, fría y seca; la otra, de aire marítimo,

cálido y húmedo. Los vientos convergen en direcciones opuestas a ambos lados del frente, creando una situación inestable.

La precipitación fundamental que ocurre en Andalucía es frontal. No hay precipitación convectiva, que ocurre en verano.

En Córdoba llueve 600-650 mm al año. A escala mundial se observa una franja ecuatorial que supera los 2 m al año. Esta precipitación es convectiva.

EL NIÑO

Es uno de los fenómenos meteorológicos con mayor hueco en los periódicos. Su total conocimiento ayudaría a resolver otros enigmas referentes al tiempo atmosférico o clima.

Es un fenómeno cíclico consistente en el calentamiento anormal de las aguas del Pacífico, que se trasladan de Oeste a Este impulsadas por una débil corriente cuyo origen es aún la gran incógnita de los meteorólogos.

Tiene una "hermana"; la Niña, un enfriamiento anormal de las aguas ecuatoriales del Pacífico, provocando alteraciones atmosféricas.

A pesar de que el calentamiento o enfriamiento ocurre cada año, el Niño o la Niña se dan cuando la temperatura del Pacífico aumenta o disminuye más de 1° C. Se da cada 3 o 7 años.

La superficie oceánica del Perú suele ser más fría debido a la existencia de la corriente del Perú, que al avanzar hacia el norte aleja el agua superficial de las costas, lo que permite el enfriamiento de las aguas más frías procedentes del fondo marino.

En Navidad, una corriente cálida que avanza rumbo al Sur desplaza el agua fresca. El calentamiento no es importante y suele acabar en marzo o abril.

Algunos años, el Niño irrumpe con fuerza y se extiende con mayor facilidad. Las temperaturas en la superficie del mar suben a lo largo de toda la costa peruana y en la parte central y oriental de Pacífico ecuatorial.

El modelo del Niño típico se basa en los promedios mensuales de las siguientes variables: presión atmosférica, dirección del viento, velocidad del viento y temperatura de la superficie del mar (en diversos puntos del Pacífico).

La descripción se basa en el comportamiento de los alisios sobre el Pacífico tropical. Los alisios forman, en la Pacífico central y oriental, una pequeña e importante parte de dos sistemas de alta presión: el anticiclón del Pacífico Sur y el del Pacífico Norte. Los alisios soplan hacia el Ecuador. Los alisios del Nordeste y del Sudeste se encuentran en la ZCIT. Al pasar el Niño cerca del Ecuador, los alisios del sudeste revisten una particular importancia en el ciclo del Niño.

Los alisios del Sudeste impulsan la corriente del Perú a lo largo de la costa sudamericana, permitiendo el afloramiento de agua fría rica en nutrientes en detrimento del agua superficial obligada a ir mar adentro.

Por otro lado, el gradiente de presión entra al sistema de alta presión del Pacífico Sur y el de bajas presiones sobre Indonesia y Australia, provocan, en última instancia, los alisios del Sudeste.

Sin embargo, puede ocurrir que el agua caliente acumulada en el Pacífico occidental fluya de nuevo al Este.

Este proceso, que comienza en octubre y termina en diciembre o enero, no es el Niño. Conforme pasa el tiempo, los alisios se debilitan en Indonesia, siendo sustituidos por vientos del Oeste superficiales que intensifican las ondas de Kelvin, deprimiendo más la termoclina y aflorando agua caliente pobre en nutrientes. Por tanto, un calentamiento de la superficie marina va de Ecuador hacia Oeste.

Cuando los alisios alcanzan el Ecuador, o atraviesan y transportan aire caliente y húmedo hacia Indonesia, donde al convergen con los vientos superficiales del Oeste, el aire caliente asciende, se condensa y llueve copiosamente, mientras que en el Pacífico ecuatorial, se produce la llegada del aire seco y un tiempo soleado y extremadamente seco.

El Pacífico, como la mayor reserva de agua del planeta, es el motor terrestre. Como el agua marina conduce la electricidad, estamos hablando también de una corriente eléctrica.