



3. INFLUENCIA DEL UNIVERSO CLIMATICO

3.1. PALABRAS INICIALES

El presente trabajo forma parte del Proyecto "*GEOCIENCIAS APLICADAS A LAS ACTIVIDADES Y ORGANIZACION ESPACIAL DEL NEA*", este, a su vez, sirve de base y apoyo al Programa: "*Estudio del escenario actual y escenarios futuros del NEA*". El Proyecto mencionado tiene como objetivo: "analizar y explicar los condicionamientos del sistema natural sobre las actividades y la organización espacial de la región."

Dentro de este marco de referencia trataremos de analizar y explicar los controles, que ejerce el universo climático sobre el sistema natural o de sustentación para comprender, no solamente las características de las actividades antrópicas, sino también, como se organizan y distribuyen espacialmente las mismas.

Por ello es importante recordar que: los procesos geomorfológicos, la formación de los suelos, el crecimiento y desarrollo de los vegetales y animales, incluyendo al hombre, están influenciados y controlados por el clima; es más, las principales bases de vida para la humanidad, principalmente el aire, el agua, los alimentos, el vestido y el abrigo (en el sentido de confort fisiológico) son dependientes del clima (66).

Las diversas actividades económicas del hombre son influidas y controladas por el clima en diverso grado. A la inversa, a través de la mayoría de esas actividades, el hombre tiende a modificar las condiciones climáticas en diferente escala. Además podemos expresar que actualmente el clima puede ser considerado como un recurso, con aspectos tanto positivos como negativos revelados por la dinámica de su esencia física como un insumidor energético activando el medio ambiente con sus variaciones temporales, y a través de sus asociaciones con los demás componentes de la naturaleza, ayudando a definir la estructura del espacio físico y su organización funcional.

A partir de estas ideas podemos expresar que en el presente trabajo trataremos de comprender y explicar cómo el clima, a través de sus elementos, actúa sobre los procesos físicos y biológicos que se desarrollan sobre la superficie terrestre en respuesta de adecuación paramétrica establecida por aquel.

Por otra parte debemos recordar que, permanentemente el comportamiento de los elementos climáticos varían en forma constante y con ello habrá variaciones en los procesos y fenómenos que se desarrollen sobre la superficie terrestre, tanto en el tiempo como en el espacio. En consecuencia, para comprender, en última instancia, como es el funcionamiento del sistema natural hay que conocer por un lado, la situación media; pero esta no nos dice todo, sino más bien cuanto es la variación del comportamiento de esos elementos climáticos, por arriba y por debajo de esa media y con que frecuencia se producen a lo largo del tiempo, como así también cual es la tendencia tanto en el espacio como en el tiempo.

3.2. OBJETIVOS

Teniendo en cuenta lo expresado podríamos proponer los siguientes objetivos:

- 1.- Analizar y comprender el funcionamiento del universo climático y su influencia sobre el sistema natural y viceversa.



2.- Conocer y comprender los intercambios que se produce entre el sistema natural y el universo climático.

3.- Reconocer que existen oscilaciones temporales y espaciales en el funcionamiento tanto del clima como del sistema natural lo que determina influencias en dos direcciones.

4.- Recordar que los valores promedios, con que muchas veces se trabaja en climatología, debe servirnos como marco de referencia para interpretar adecuadamente aquellos que se encuentran por arriba o de bajo de esos promedios, como así también la frecuencia con que se manifiestan.

5.- Analizar que controles ejerce el universo climático sobre los distintos elementos que forman parte del sistema natural y su funcionamiento.

3.3. METODOLOGIA DE TRABAJO Y FUENTES DE INFORMACION.

Para la realización del presente trabajo se consultaron obras clásicas de climatología general y que responden a diferentes escuelas climáticas, tales como los trabajos de Köeppen, Miller, De Martonne, Barry y Charley, Flöhn, Strahler, Finch y Trewartha; trabajos específicos de meteorología como los de Battan y Pettersen.

Se utilizaron también los trabajos de autores Argentinos y Brasileños que, también, abordaron la problemática del estudio de los climas de Argentina y Brasil; tales como los realizados por Bruniard, De Fina, Burgos, Daus, por un lado; y por otro los trabajos de Serra, Tavares, Maack, Dos Santos, Rivero y otros que figuran en la bibliografía.

También se trabajó sobre la recolección e interpretación de la cartografía climática de los autores consultados, como así también de estadísticas climáticas del Servicio Meteorológico Nacional, del INTA, y estadísticas de particulares.

Toda la Información manejada nos sirve para poder interpretar de que manera influye este universo sobre la superficie terrestre.

Por otra parte se consultó obras de Geomorfología como las de Derruau, Viers, Thornbury, Popolizio, De Martonne, Tricart, Bloom, Finch y Trewartha, Strahler, Birot, etc; como así también trabajos que se refieren al estudio de las diferentes formas de vida y su relación con el medio ambiente donde se desarrollan.

Con todo este material, más las oportunas orientaciones del Director del Programa, lo que se trató de hacer, más que un trabajo de climatología, es ver de que manera el universo climático influye sobre los diferentes tipos de fenómenos y procesos que se desarrollan sobre la superficie terrestre ya sea de naturaleza física, química y/ o biológica y que forman parte de la "epidermis de la tierra".

Por último cabe mencionar que, a medida que avanzamos en el tratamiento de los diferentes tópicos se trató de no caer en una descripción simplista de fenómenos y procesos sino ver como se interrelacionan los distintos elementos y sus variadas influencias.

Por otra parte, muchas veces nos fue dificultoso separar los distintos controles que ejercen los diferentes elementos del universo climático ya que ellos actúan en forma conjunta y muchas veces producen efectos muy diferentes, tal es el caso de la influencia de la temperatura y/o insolación con la acción de la humedad y precipitaciones, sobre algunos aspectos de naturaleza química, física y/ o biológica, en donde se hace difícil expresar quien o que



componente del universo climático actúa con mayor o menor intensidad sobre un proceso o fenómeno de la superficie terrestre.

3.4. INTRODUCCION

Si el relieve terrestre (o sistema natural) es un conjunto intersección entre la Geodinámica (o universo geodinámica) y el clima (o universo climático) es conveniente conocer que de estos universos nos interesa analizar para comprender el funcionamiento del sistema natural.

De los dos universos controlantes, trataremos de explicar como influye el clima sobre el sistema o de sustentación.

Cuando nos referimos al universo climático debemos entenderlo como una totalidad actuando sobre la geodinámica aunque sus efectos bidireccionales se realicen sobre fenómenos de distinta naturaleza. Las condiciones del clima y su comportamiento son el resultado de la acción de una serie de elementos que actúan en forma conjunta e interrelacionados y que influyen sobre los fenómenos de la superficie terrestre; como universo controlante aporta materia, energía e información al sistema natural y de este sale también, materia, energía e información transformada en un tiempo de respuesta que depende del subsistema sobre el cual actúa, ya sea el hidrológico, el edáfico, el biótico o el litoestructural. (Fig. 1)

De acuerdo con la finalidad que se persiga al universo climático se lo puede estudiar desde distintos puntos de vista o métodos de estudio.

En un caso podemos referirnos a una climatología estática o analítica; a la misma la podemos reconocer a través de la definición dada por Hann quien dice que el clima "es un conjunto de fenómenos meteorológicos que caracterizan el estadio medio de la atmósfera en un punto dado de la superficie terrestre".

El conjunto de fenómenos meteorológicos se refiere a la temperatura, humedad, presión, etc.

El estado medio refiere al comportamiento promedio de cada uno de esos elementos que estudia y por lo tanto en esos promedios no se pueden reconocer las verdaderas oscilaciones por arriba y debajo de la media que también actúan, como así también con que frecuencia se producen a través del tiempo, en consecuencia se trabaja con una abstracción de un fenómeno real y concreto.

En cambio la climatología dinámica o sintética parte de la noción de tiempo, del estado del tiempo y de los tipos de tiempos más frecuentes, estos a su vez dependen de la masa de aire que los originan por un lado y por otro de las transformaciones que se producen dentro de ellas a partir del manantial que lo originó y de las modificaciones que se producen dentro de ellas a medida que se desplazan y realizan intercambios con la superficie por donde se mueven.

En este caso entre los representantes más destacados podemos mencionar a Sorre, Strahler, Pedelaborde, etc.

Los estudios del fenómeno climático, también en otros casos, tuvo una finalidad de aplicación práctica a distintas disciplinas; entre las cuales podemos mencionar las referidas, por ejemplo a la fitogeografía, edafología, agronomía. Entre los representantes de esta



corriente podemos mencionar a Köeppen, Thornthwaite, etc., incluso se puede hablar de trabajos referidos a morfoclimatología.

En nuestro país se han realizado numerosos trabajos que responden a diferentes escuelas climáticas, en muchos casos hechos por ingenieros agrónomos, tal por ejemplo los trabajos de Burgos, Vidal, Hoffmann, José y Lázaro Medina, Knoche, etc.; en cambio para la escuela genética, entre los más destacados, están los estudios realizados por Bruniard, Chiozza, González Van Domselaar, etc.

La utilización o aplicación de los diferentes enfoques, en el estudio del clima, dependerá de los objetivos que uno se propone en un trabajo dado. Al parecer, lo más conveniente sería tratar de aprovechar distintos aspectos de cada uno de los enfoques que sean los más adecuados a las necesidades del investigador en diferentes situaciones ya que no siempre una misma, por ejemplo, clasificación o caracterización climática servirá para aspectos y fenómenos distintos; es decir que las mismas no se pueden aplicar con la misma validez como si fuera una receta, para todos los casos, ya que en ese caso se estaría forzando la realidad e interpretando la misma erróneamente.

3.5. LIMITES CLIMATICOS

El problema del límite siempre ha sido una cuestión que preocupa a los estudiosos ya que en la naturaleza es muy difícil que se presenten separaciones marcadas entre una zona y otra. En este sentido en general, los rasgos característicos de una región climática dada en donde presenta su rasgo de unidad con mayor intensidad, van disminuyendo paulatinamente a medida que nos alejamos de la misma, o sea que, podemos pasar a otra, con otras características por zonas de transición. Esas características se manifiestan por ejemplo en la vegetación, los suelos, etc. del mismo modo en estos casos esos rasgos que las identifican también se van modificando en el espacio. Razón por la cual, por razones de conveniencia se usan criterios un tanto arbitrario, pero lo suficientemente representativo como para separar una región o subregión climática de otra y esto puede estar dado por los montos totales anuales de precipitaciones.

En otros casos, los accidentes morfológicos contrastados pueden también ayudarnos a separar una región de otra; pero siempre la adopción del criterio será arbitraria; en consecuencia podríamos decir que el criterio estaría dado en función de un quiebre brusco, o más o menos acentuado, de algunos de los elementos del clima, que se utilizan para separar y que puede variar para los distintos casos(5, 21, 31, 41.).

Teniendo en cuenta estas consideraciones nos parece oportuno mencionar para el caso específico de lo que podríamos denominar "fronteras bioclimáticas".

"Tomando separadamente o de forma conjunta cada uno de los factores climáticos de humedad, temperatura, luminosidad, vientos, etc. podemos actuar a fin de delimitar la distribución de las especies animales y vegetales. Los biogeógrafos reconocen que existe un nivel crítico de índole climática más allá de la cual las especies no pueden sobrevivir y ello se constituirá en frontera geográfica que marcará los límites de la distribución potencial de las especies. Tales límites a veces se conocen como fronteras bioclimáticas. Aunque ella está



delimitada por un complejo de elementos climáticos, de vez en cuando es posible aislar uno de ellos relacionado con el agua del suelo o la temperatura, que coincide con el" (52).

3.6. COMPONENTES DEL UNIVERSO CLIMATICO

"Los elementos que componen el clima y lo caracterizan son los mismos componentes del tiempo atmosférico o sea la condición de la atmósfera en un lugar y en un momento dado, o durante corto período de tiempo, en relación con los diversos elementos(temperatura, insolación, vientos, nubes, nieblas, precipitaciones). Es una condición que varía de hora en hora, o de día en día y el clima en cambio, representa la generalización del tiempo"(7, 38, 41).

Hecha esta aclaración, a continuación explicamos las características y el modo de comportamiento de la energía, materia e información del universo climático que controlan los procesos y fenómenos de la superficie terrestre en sus diferentes manifestaciones.

3.7. LA ENERGIA INGRESANTE Y SUS MENSAJES

Se sabe que nuestra atmósfera juega un rol muy importante sobre la vida que se desarrolla sobre el planeta ya que de no existir sería imposible su existencia. Por otra parte influye y controla una cantidad muy grande de fenómenos físicos y químicos que se realizan sobre la superficie terrestre con características diferenciadas según el lugar donde se produzcan los mismos y en relación con la capa de aire que se encuentra inmediatamente por arriba; lo cual significa que "el aire y la tierra no son dos reinos completamente separados, sino que existe una interrelación entre ellos, que se expresan en un flujo continuo de materia y energía. La capa en que se desarrolla el medio ambiente del hombre es una zona estrecha pero extraordinariamente compleja en la cual las relaciones atmosféricas ejercen un control sobre la superficie terrestre, pero al mismo tiempo la superficie de la tierra ejerce una influencia sobre las propiedades de la atmósfera adyacente" (66).-

Debemos recordar por otra parte que la mayoría de los sistemas en Geografía física están impulsados por la energía solar, en nuestro caso la dinámica de la atmósfera y en función de ella las características de la dinámica de los climas que caracterizan los diversos lugares de nuestro planeta.

Si la atmósfera está en continuo movimiento es por que dispone de suficiente cantidad de energía para poder realizar dicho movimiento lo cual proviene fundamentalmente del Sol. El Sol "radia constantemente parte de su masa al espacio en forma de energía electromagnética y de partículas. Esa energía que se recibe sobre la superficie terrestre es la que impulsa una serie de procesos naturales que se producen, sobre aquella, y se convierte continuamente en energía mecánica y calor sensible, que a su vez son transformados en actividades tales como los vientos", que veremos más adelante, "las precipitaciones, etc. en la atmósfera o bien en la meteorización de las rocas, el transporte de las partículas resultantes a nuevos lugares por medio de diferentes agentes y procesos que intervienen para modelar la superficie, como así también en procesos orgánicos y edáficos" (5, 7, 33, 38, 41).

Es interesante recordar también, "que del total de energía emitida por el Sol, solamente una muy pequeña parte es interceptada por la atmósfera superior, y desde allí hasta llegar



hasta la superficie terrestre sufre una serie de modificaciones. Es en ese trayecto debido a la diferente composición del aire en altura ciertas longitudes de onda son absorbidas por algunos de los componentes como el ozono, dióxido de carbono, polvo atmosférico, entre los más importantes; otra parte es devuelta nuevamente al espacio, otra llega a la superficie la que por un lado es absorbida y otra es posteriormente devuelta al espacio”(5).

Es importante tener en cuenta que la energía proveniente del Sol es de onda corta, en cambio la que emite la Tierra es de onda larga (Fig. 2).

Ahora bien, la cantidad de energía que se recibe sobre la superficie terrestre depende de varios factores que la condicionan. Siguiendo a los autores consultados, podemos mencionar los siguientes: la emisión solar, la distancia al Sol, la altura del Sol y la duración del día, suponiendo que la atmósfera no produjera interferencia alguna. En el primero de los casos la emisión solar no es constante y al parecer tiene ciclos que estarían asociados a las manchas solares que no son más que inmensas explosiones con las cuales se produce una mayor emisión de energía hacia el espacio y con ello se asocian las variaciones térmicas de la superficie terrestre. - (5)

En segundo lugar: la distancia respecto del Sol varía también durante el año como consecuencia de la forma elíptica de la órbita terrestre la cual determina momentos opuestos, uno de máximo acercamiento y otro de máximo alejamiento (perihelio y aphelio respectivamente) con lo cual varía también la cantidad de energía recibida. - (54)

En tercer lugar: la altura del Sol. Cuanto mayor sea la altura del Sol, es decir más perpendiculares lleguen los rayos solares sobre una superficie, más concentrados serán los mismos, por lo tanto mayor cantidad de energía recibirá y a la inversa cuando ese ángulo se hace más pequeño. - (5)

Por último la duración del día nos dice que cuanto mayor sea la cantidad de horas de Sol, mayor también será la cantidad de energía recibida. Estos dos últimos aspectos mencionados están relacionados con las estaciones del año, por lo tanto será durante el verano, por la mayor cantidad de horas de Sol y más perpendiculares la radiación que llega a la superficie, mayores serán en consecuencia las temperaturas resultantes, a la inversa ocurre durante el invierno. - (5, 40, 54, 66)

Evidentemente estas variaciones en la cantidad de energía que se recibe se traduce, entre otras cosas, en variaciones del comportamiento de la temperatura del planeta. Esto en un principio ya que en realidad el efecto que pueda ejercer la entrada de energía sobre la superficie terrestre y el comportamiento de las temperaturas tienen que ver con varios tipos de condicionamientos asociados, entre los cuales podemos mencionar las acciones que ejerce la atmósfera ante la radiación solar que se recibe; la variación también, debido al efecto de la latitud, la diferencia del comportamiento de tierras y mares; la elevación y topografía, etc. - (59)

Ante la radiación solar la atmósfera actúa como un verdadero escudo protector ya que atenúa los efectos dañinos que podría causar el efecto de la radiación directa. De no existir sería prácticamente imposible la vida sobre el planeta y por otro lado los fenómenos físicos y químicos que se realizan sobre el planeta serían muy distintos de los que se producen con atmósfera. - (5, 7, 27, 33, 38, 41, 46, 47, 54, 66,)



Esta atmósfera está compuesta por la mezcla de varios gases. Algunos de estos componentes cumplen funciones importantes, ante la radiación solar, como el ozono, el dióxido de carbono, vapor de agua, polvo atmosférico, ya que algunos de ellos absorben ciertos tipos de longitudes de ondas, otros en cambio lo reflejan nuevamente al espacio. Luego de llegar a la superficie, parte es absorbida y parte es devuelta al espacio. En este punto es interesante recordar que la radiación solar es de onda corta mientras que la emitida por la Tierra es de onda larga, que en parte también son absorbidas por algunos de los componentes y otras emitidas hacia el espacio. Debemos tener presente que la distribución de los elementos que componen la atmósfera varían en el tiempo y en el espacio, con lo cual variara los efectos de la insolación sobre los distintos sectores del planeta que se considere. Para reforzar estas consideraciones podemos mencionar según Barry y Chorley, que: considerando a un 100 % el total de energía que llega a la parte superior de la atmósfera un 15 % es absorbido por el ozono y el vapor de agua. "Casi un 40 % de dicha radiación es reflejada inmediatamente al espacio por la atmósfera, las nubes y la superficie terrestre, por lo que en realidad, es sólo el 60% restante lo que calienta la Tierra y la atmósfera", principalmente en forma de calor sensible y latente. Es importante además que la atmósfera retenga una cierta cantidad de energía, ya que de no hacerlo, la temperatura del planeta descenderá en unos 40° C aproximadamente con sus consecuencias para la vida y procesos físicos que se desarrollan sobre nuestro planeta.- (5, 7, 10, 33, 36, 38, 40, 41, 44, 46, 54, 66) (Fig. 3)

NUBOSIDAD

Dentro de esta atmósfera, además debemos considerar la nubosidad. "Si es lo suficientemente espesa, y completa, puede formar una importante barrera que impida la penetración de la insolación" (5). La cantidad de insolación que se refleja depende de la cantidad de nubes y su espesor, como así también el tipo. Estas características no sólo importan en cuanto a la mayor o menor posibilidad de penetración de radiación solar, sino también de la radiación terrestre ya que dificulta la pérdida de las ondas largas caloríficas hacia el espacio y por otra parte, recordemos que las nubes son depósitos temporales de calor ya que han absorbido una cierta cantidad que incide sobre ellas.- (5, 66)

LATITUD

La latitud ejerce un control importante en la distribución de la insolación sobre la superficie terrestre desde el Ecuador hacia los polos. En este punto es interesante tener en cuenta que: "las temperaturas máximas no se registran sobre la zona ecuatorial, como corrientemente se cree, sino sobre los trópicos. "Esto sucede porque la "emigración aparente del Sol en el cenit es relativamente rápida en su paso sobre el Ecuador, pero su velocidad disminuye a medida que se acerca a los trópicos"(5, 54, 66). "Entre los 6° Lat. N y 6° Lat. S los rayos del Sol permanecen verticales durante solo 30 días de los equinoccios..., por lo que no hay tiempo suficiente para almacenar calor en la superficie y originar altas temperaturas. Por el contrario entre los 17° 5' y los 23° 5' de latitud los rayos del Sol caen verticalmente durante 86 días consecutivos en el período de los solsticios.- (54)



Estos períodos de mayor duración, junto con el hecho de que en los trópicos los días son más largos que en el Ecuador, son las causas de que el máximo calentamiento esté más cerca de los trópicos que del Ecuador". - (5)

Por otra parte es necesario recordar que, en estas regiones los cielos despejados influyen mucho en la gran cantidad de radiación que reciben. - (Fig. 4)

Por último, es interesante destacar que: en los continentes "los valores más elevados se registran entre los 23° lat. norte y los 10° y 15° lat. sur. Por lo tanto, el Ecuador Térmico medio anual está situado aproximadamente hacia los 5° lat. norte, lo que a su vez nos indica que los valores máximos de temperatura del planeta se registran en el hemisferio norte. - (5, 7, 15, 26, 33, 38, 40, 54, 66)

LA TIERRA Y EL MAR

Otro aspecto que podemos considerar es el que se refiere a que como la tierra y el mar son capaces de aprovechar la radiación solar. Las tierras en general, se caracterizan por devolver rápidamente la radiación que reciben, mientras que las aguas tienen tendencia a almacenarla. - (5)

En este punto debemos recordar que "gran parte de la radiación es reflejada hacia el espacio sin que se produzca ningún calentamiento de la superficie de la tierra." La proporción reflejada se denomina albedo o coeficiente de reflexión que depende del tipo de superficie. Esto quiere decir que hay superficies que poseen un albedo mayor o menor que otras. Para el caso del mar la mayor o menor facilidad que tiene depende también, de su transparencia para absorber la energía proveniente del Sol. Esa energía que absorbe es arrastrado hacia considerables profundidades como consecuencia de la mezcla turbulenta provocada por las olas y corrientes. Por el contrario la transmisión del calor en el suelo se realiza casi totalmente por medio de la conducción, y el grado de conducción varía con el grado de humedad y la porosidad de cada tipo de suelo en particular. - (5, 7, 33, 40, 46, 54)

El modo diferente en que se calientan tierras y mares depende del diferente calor específico de ambos. En este sentido el calor específico del mar es mayor que el de las tierras, lo que implica que los mares deberán absorber mayor energía calórica que las tierras para elevar su temperatura. En consecuencia estas diferencias en el modo y cantidad de energía que reciben tierras y mares da origen al fenómeno que se conoce como "continentalidad".

Esto implica que, en general, una superficie continental se calienta y enfría más rápidamente que una superficie oceánica, por lo tanto las oscilaciones de las temperaturas serán mayores que la de los mares. En consecuencia aquellas regiones que estén influidas por el mar, las oscilaciones térmicas serán menores que aquellas que sean continentales, es decir no influidas por el mar. - (66)

LA ELEVACION Y LA TOPOGRAFIA

La elevación del terreno respecto del nivel del mar por ejemplo, y la orientación de su superficie controlan la cantidad de energía recibida. - (5, 33, 66)

En los terrenos donde se observan marcadas diferencias de alturas se produce una estratificación de la temperatura, dando lugar a lo que se conoce como "pisos térmicos". Allí los



mayores valores se registran en la parte menos elevadas y a medida que ascendamos la temperatura disminuye paulatinamente. Esta disminución se produce por que la atmósfera se calienta por irradiación terrestre, es decir desde abajo hacia arriba. Esta disminución será más rápida cuanto mayor sea el grado de aridez de la zona, por el contrario en las zonas húmedas esta disminución es menos marcada por que la humedad regula la temperatura al poseer en su seno calor latente de vaporización.- (5, 33, 66)

Además podemos expresar que las partes más elevadas reciben mayor cantidad de energía, en un relieve montañoso, por que el aire es menos denso y más transparente, pero lo pierden muy rápidamente.- (33, 66)

Respecto de la orientación de las pendientes podemos decir que pasa en un relieve montañoso siempre habrá una que reciba más insolación que otra a raíz del cual habla de laderas de solana y de umbría respectivamente.

3.7.1. INFLUENCIA SOBRE LA VEGETACIÓN.-

Llegado a este punto nos parece importante considerar porque nos interesa conocer estos aspectos climáticos y de que manera ejercen control sobre lo que ocurre sobre la superficie terrestre.- (3, 9)

Trataremos a continuación explicar algunos aspectos. Más arriba expresamos que la mayor parte de la Energía que dispone el sistema atmósfera-tierra proviene del Sol, y que este irradia permanentemente en forma de ondas electromagnéticas. Esa energía está compuesta por distintas longitudes de ondas que van desde las muy cortas como las ultravioletas hasta las largas como la infrarroja. En medio de ambas están las lumínicas.- (9, 13, 14, 15, 1621, 25, 31, 32, 42)

Estas últimas juegan un rol importante en los procesos, entre otros, de la vida de los vegetales ya que en función de su distribución se pueden distribuir los mismos. En una formación boscosa dada, por ejemplo, la cantidad de luz que puede recibir una planta dependerá de su posición. La copa de los árboles en la parte superior del bosque, es el lugar donde se recibe mayor cantidad de luz, en consecuencia, se reduce enormemente la cantidad disponible para otras plantas. En casos extremos, los árboles del bosque cortan casi totalmente el suministro de luz de manera que el suelo forestal está casi libre de arbustos y pequeñas plantas. Teniendo en cuenta esto los vegetales se adaptan a una mayor o menor proporción, en sus necesidades, de luz para realizar funciones básicas y en función de ello, incluso se produce una distribución estratificada en sentido vertical.- (8, 9, 13, 15, 21, 25, 31)

Es importante recordar que la luz desempeña un papel importante en el desarrollo de numerosos procesos biológicos. Es así que en las plantas superiores, la intensidad de la iluminación condiciona la actividad fotosintética y por lo tanto, el crecimiento; su duración, unida a la importancia relativa del día y de la noche (fotoperíodo), controla en particular el fenómeno de la floración."- (32, 34, 42, 47, 50, 52)

Podemos agregar que "la luz es tan necesaria como el calor para las plantas. Por debajo de cierta cantidad de luz, la vida es imposible; existe, pues, un cero específico, que varía de una planta a otra. Parece que hay también un límite superior, que sólo se puede rebasar con peligro de muerte, por agotamiento de la clorofila".- (9, 25)



A través de experiencias realizadas se ha podido comprobar que las diferentes funciones de la vida vegetal no necesitan la misma cantidad de luz. Por ejemplo: el crecimiento de los órganos puramente vegetativos (como las ramas hojas y raíces) suele retrasarse en la mayoría de las fanerógamas bajo una intensa luz. Por el contrario otras especies un verano soleado o un cultivo en plena luz favorecen la floración y la maduración de los frutos: por otra parte, un verano con Sol da como resultado el aumento de las reservas de almidón o azúcar contenidos en las plantas o en sus semillas.- (9, 13, 19, 21, 25, 33, 40)

También se han reconocido otras radiaciones útiles del espectro solar. Por ejemplo se ha comprobado que la parte infrarroja favorece la transpiración y la respiración de las plantas, elevando la temperatura de las hojas: los rayos químicos o ultravioletas son nocivos para la vegetación e incapaces de mantener la función clorofílica. Solamente los luminosos son los que tienen una acción útil sobre esta función. La luz más eficaz para las plantas es el rojo anaranjado, con un esbozo de otro máximo en el azul.- (9)

Respecto de la temperatura tanto del aire como del suelo, de acuerdo con la mayoría de los autores consultados, actúan directamente sobre los organismos a través de su influencia sobre los ritmos en los que se llevan a cabo los procesos biológicos. En general se puede decir que: en el caso de las plantas, cada especie tiene su óptimo térmico, asociado con cada una de sus funciones, como por ejemplo: la fotosíntesis, germinación de las semillas, floración, fructificación; también existen algunas condiciones del óptimo anual de temperatura para su crecimiento en cuanto a tamaño y número de individuos vegetales. Existen también temperaturas superiores e inferiores limitantes para las funciones básicas de las plantas, inclusive su supervivencia.- (9, 25)

Las temperaturas actúan también como un factor indirecto. Las elevadas temperaturas del aire, por ejemplo, incrementan la capacidad de almacenar vapor de agua en el e induce a una mayor transpiración así como elevadas proporciones de evaporación directa del agua del suelo.-

Como consecuencia de la distribución tanto de la radiación solar como así también de la temperatura los vegetales se distribuirán en la superficie en función de sus exigencias naturales, para poder desarrollarse en condiciones óptimas, razón por la cual podemos observar que, en general existe una distribución de las formaciones vegetales en función de la latitud como así también de la altitud sobre todo en aquellas regiones donde el relieve presenta marcadas diferencias de altura es allí donde se presentan los denominados "pisos térmicos".- (3, 8, 9, 13, 15, 16, 20, 25, 50, 51)

Así como las temperaturas influyen en las características de las diferentes formaciones vegetales estas también actúan sobre aquellas. Por ejemplo podemos mencionar el caso de los bosques los cuales influyen en las temperaturas especialmente en las máximas, que moderan, mediante la sombra que proporcionan, el calor que absorben en la evaporación del agua que transpiran por las hojas y la formación de niebla o de nubes que protegen contra la radiación solar. Por otra parte los bosques interrumpen los vientos; al disminuir la velocidad de los mismos, disminuye la evaporación del suelo.-

Otro aspecto a considerar, siempre refiriéndonos a los controles que ejercen las temperaturas sobre los vegetales y su consecuente distribución, se refiere a la mayor o menor resis-



tencia a las diferentes temperaturas que se puedan registrar. En este sentido la resistencia directa a las bajas temperaturas, por ejemplo, "está gobernada principalmente por factores fisiológicos del protoplasma, los cuales se expresan poco o nada en la morfología externa de la planta". (9, 25) Es importante destacar que el número de especies que no pueden resistir el frío es mucho más grande que el número de especies que pueden resistirlo y el decrecimiento numérico total de las especies cuando nos dirigimos hacia afuera de los trópicos es un evidente reflejo de la dificultad de adaptación evolutiva a las bajas temperaturas, razón por la cual las zonas intertropicales albergan el mayor número de géneros y especies vegetales. Una gran cantidad de especies con un número comparativamente bajo de individuos de cada una, forman por lo general parte de las comunidades climax tropicales.

Si nos dirigimos hacia los polos, el número de especies en la comunidad tiende a decrecer y el número de individuos de cada especie se incrementa. En regiones templadas y frías, con frecuencia es posible distinguir sólo unas pocas especies o aun una sola especie como la dominante, lo cual da a la comunidad su carácter esencial y decisivo del clima que se traduce en una concordancia relativa entre la distribución, sobre la superficie del globo, de los grandes tipos de suelos evolucionados y las grandes zonas climáticas. El paralelismo se destaca sobre todo, en territorios continentales vastos,..."y con ello irán asociados los distintos biomas con sus vegetales y animales característicos.

3.7.2. INFLUENCIA SOBRE LA METEORIZACION Y LOS SUELOS.

Respecto de este punto podemos expresar, entre otras cosas, que cuando la temperatura atmosférica y las condiciones de humedad son bajas, como en el caso de las regiones áridas y semiáridas, las marcadas amplitudes térmicas, éstas juegan un rol importante en el proceso de desagregación de las rocas, tal es el caso de la termoclastia, preferentemente en los desiertos cálidos, y la crioclastia, preferentemente en las regiones periglaciares.- (33, 35, 40, 39, 47, 55, 56, 66,70)

En el primer caso, las marcadas amplitudes térmicas diarias, actúan directamente sobre las rocas de la superficie, debido a la constante dilatación y contracción a que se ven sometidas; en cambio, en el segundo caso (crioclastia), son también las temperaturas las que actúan, pero con la ayuda del agua, que se ha introducido en las pequeñas fisuras y diaclasas. Como sabemos el agua al congelarse aumenta de volúmen, en consecuencia ejerce presión sobre las paredes que la contienen. Este proceso se repite numerosas veces hasta que la roca cede su resistencia y se rompe en pequeños fragmento que por gravedad se depositan a pie de monte. Tanto en uno como en otro caso pueden formar allí los denominados taludes de escombros, que posteriormente por acción de otros procesos pueden producir movimientos colectivos de los materiales acumulados.- (33, 35, 39, 47, 55, 70)

La meteorización tiene por objeto reducir a pequeñas partículas las rocas desagregadas, como en estos casos en forma física y que posteriormente son transportadas por diferentes agentes a considerable distancia de su lugar de origen.-



Las temperaturas, actúan también sobre diferentes procesos geomorfológicos como son por ejemplo los movimientos colectivos. Entre ellos podemos mencionar la unirreptación, suelocriorreptación, suelocrioviscofluencia, crioviscofluencia, etc.-

La acción de la temperatura es manifiesta en el proceso de desarrollo y maduración de los suelos. En este caso, podemos agregar que, va asociado a la acción combinada con el agua y los ácidos que puedan formarse, al combinarse con los diferentes elementos minerales de las rocas, lo que va a dar lugar a la realización de procesos químicos, que en algunos casos son muy complejos, y a procesos en los que intervienen la acción de ciertos organismos que forman parte de las transformaciones que se realizan durante la pedogénesis. Por estas razones, otros aspectos de la influencia de la temperatura sobre los suelos, lo desarrollaremos más adelante cuando veamos la acción de la humedad y del agua.- (70)

3.7.3. RELACION CON EL MOVIMIENTO ATMOSFERICO

Hemos visto que son varios los factores que actúan, constantemente, y que influyen en la desigual distribución de la energía solar sobre la superficie terrestre. Por otra parte esa desigual distribución determina un desigual calentamiento de la superficie y del aire que se encuentra por arriba de la misma, razón por la cual podemos expresar que: "en cierto aspecto la atmósfera se asemeja a una gigantesca máquina térmica en la que la diferencia constante de temperatura existente entre los polos y el ecuador proporciona la energía adecuada para la circulación de atmosférica". "La transformación de la energía calórica en energía cinética puede implicar un ascenso o descenso del aire, pero los movimientos verticales son mucho menos evidente que los horizontales, que pueden abarcar amplias zonas y persistir durante períodos de tiempo que oscilan entre algunos días y varios meses. "De hecho que estos movimientos verticales ejercen influencia sobre el desplazamiento del aire paralelo a la superficie o vientos ya que los mismos generan diferencias de presión. Cuando el aire es descendente generan altas presiones en superficie, estas se denominan "*centros anticiclónicos*"; por el contrario cuando el aire es ascendente ocurre lo contrario, por consiguiente se forman las áreas de bajas presiones o centros ciclónicos. Por lo tanto el viento se mueve desde las altas hacia las bajas presiones, (Fig. 6) como consecuencia de las diferencias de presión existente entre dos áreas y mantener un equilibrio dinámico; ya que este tipo de situación no permanece en forma indefinida, sino que permanentemente está variando. Esto lo podemos observar, si analizamos los mapas de isobaras, en una zona determinada, por ejemplo viendo que pasa durante la estación de invierno y verano, o bien si analizamos una carta del tiempo.- (1, 3, 5, 27, 33, 38, 41, 45, 49)

Por otra parte debemos recordar que en los centros de alta presión además del movimiento descendente del aire, es también divergente, y en los de baja presión, por el contrario, convergente y ascendente. (Fig.6)

Nos parece interesante recordar además, que las diferencias de presión pueden ser debidas a causas térmicas o mecánicas, a veces de difícil distinción. Esa diferencia de presión se denomina gradiente. Cuanto más marcado es ese gradiente, mayor será la velocidad del viento generado y a la inversa aunque existen otras fuerzas que actúan simultáneamente, para que el viento atravesase perpendicularmente las isobaras, como la densidad del aire, la



fuerza desviadora generada por la rotación terrestre (fuerza de Coriolis) la fuerza del rozamiento del aire con la superficie terrestre, entre las más importantes; razón por la cual el aire, en los anticiclones, sale girando y entra girando en los ciclones. El sentido de giro es hacia la izquierda en los primeros (anticiclones) y hacia la derecha en los ciclones para el hemisferio sur.- (5, 33, 66)

Los vientos generados como consecuencia de las diferencias de presión entre un lugar y otro, como así también, sus características están íntimamente relacionados con los manantiales y masas de aire. Siguiendo a Petterssen decimos que: "una masa de aire es un gran cuerpo de aire cuyas propiedades físicas, sobre todo la temperatura y la humedad, son aproximadamente uniformes en sentido horizontal. "y aclarando que: "el decir un gran cuerpo queremos significar una extensión horizontal de 1000 millas o más, y con aproximadamente uniformes: damos a entender que los cambios al recorrer una distancia, de por ejemplo 100 millas, en el interior de la masa son mucho más pequeños que los cambios que medimos cuando atravesamos el borde de dos masas adyacentes".- (54)

Las características que posean estas masas de aire dependerán básicamente de su manantial o lugar de origen. Estos son extensas superficies uniformes donde reinan altas presiones en donde el aire es descendente y divergente. Estos manantiales pueden ser o superficies continentales o superficies marinas. En el primero de los casos, la masa de aire será seca o continental y en el segundo serán húmedas o marítimas. En consecuencia podemos hablar de masas de aire tropicales marítimas o continentales y masas de aire polar marítimas o continentales respectivamente. En consecuencia, de acuerdo con las características que puedan poseer, a medida que se desplazan, van a dar las características del estado del tiempo, con la que se asocian, y transmitiéndolas por las regiones sobre las cuales ellas atraviesan.- (54)

De hecho, en su trayectoria van intercambiando, con la superficie por donde se desplazan, materia y energía, de modo tal que, en muchos casos, luego de haber recorrido grandes distancias, y debido, incluso, al gasto energético durante su trayecto pueden perder parcial o totalmente los caracteres primitivos de su manantial de origen. Estas masas de aire, como ya dijimos, van a dar las características del estado del tiempo y los tipos de tiempos más frecuentes en un clima determinado, ya que en última instancia las características de un clima determinado está íntimamente ligado a las masas de aire más frecuentes.- (59, 60, 61, 63, 64, 65, 66)

En algunos casos hay predominio de un tipo de masas de aire, en cambio en otros casos hay alternancia en la frecuencia y sucesión como se presentan durante las diferentes épocas del año de allí los tipos de tiempos característicos, también, que van a definir los diferentes tipos, de clima y sus variedades.- (66)

Todo este dinamismo atmosférico se verá reflejado a corto y/o largo plazo en la hidrología, en la vegetación y suelos asociados, como así también en la meteorización y otros procesos que puedan estar relacionados, como consecuencia por ejemplo de la humedad que transporte y las precipitaciones que pueda producir y distribuirla espacial y temporalmente.



3.8. LA MATERIA Y SUS MENSAJES

Otro de los elementos que forman parte del universo climático es la materia. La misma está constituida por polvo atmosférico, vapor de agua y las precipitaciones ya sea en forma líquida (lluvias) o sólidas (nieve, granizo).- (5, 33, 66).

Cada uno de estos elementos cumplen roles distintos en diferentes procesos y fenómenos que se realizan sobre la superficie terrestre, muchos de los cuales están complementados con la acción de la temperatura.

3.8.1. POLVO ATMOSFERICO

Nos parece interesante recordar algunos aspectos interesantes del polvo atmosféricos. Por un lado podemos decir que el mismo está constituido por elementos de distinto origen y características, por otro lado podemos decir que está conformado por finísimas partículas que por su peso y tamaño permanecen en suspensión en el aire y que además, como consecuencia de ello, pueden ser transportados en altura, incluso a grandes distancias por la circulación atmosférica.- (54)

El polvo atmosférico puede tener distinto origen; en algunos casos son el producto de la desagregación de las rocas de la superficie, por efecto de la meteorización física en partículas cada vez más pequeñas hasta que debido a su tamaño tan reducido podría ser removido y transportado por las corrientes de aire y mantenerse en suspensión y por largo tiempo en la troposfera. En otros casos puede estar constituido por ceniza volcánica o partículas provenientes de las chimeneas de las fábricas de las ciudades industriales, en otros casos producto de la combustión de los motores; también puede estar formado por esporas de vegetales, sales marinas; etc. Estas partículas presentes en nuestra atmósfera cumplen diferentes funciones: entre las cuales podemos mencionar por ejemplo, actúa sobre la difusión de luz visible; también absorben ciertas longitudes de ondas ya sea provenientes del Sol como de la Tierra, por otra parte se constituyen en núcleos higroscópicos de condensación de la humedad atmosférica.- (66)

3.8.2. HUMEDAD ATMOSFERICA

Además del polvo atmosférico, otra materia que forma parte del universo climático es la humedad atmosférica y relacionada con ella los tipos de precipitación como la lluvia, la nieve y el granizo. La cantidad de vapor de agua presente, varía permanentemente; esta variación es función de una serie de factores que actúan en forma interrelacionada. Entre las causas que intervienen podemos mencionar la temperatura, la presión, la acción de los vientos, etc.; de todos modos la temperatura es uno de los factores más importantes ya que es la que produce el proceso de evaporación, condensación y precipitación. Las principales fuentes de vapor de agua lo constituyen las masas oceánicas y espejos de aguas continentales, además contribuyen en el aporte de este elemento la transpiración de los vegetales, incluso el agua contenido en los suelos.

En este punto nos parece interesante recordar que el agua en la naturaleza se presenta en tres estados: líquido, sólido y gaseoso; y el paso de un estado a otro se produce liberación o



absorción de energía calórica que acompaña a los cambios de estado, y que, son muy importantes en los procesos meteorológicos.- (5, 7, 10, 27, 33, 38)

Por ejemplo partiendo del agua en estado líquido, por evaporación pasa al gaseoso, en este proceso se produce una absorción de calor; en cambio, en el proceso inverso, por condensación, libera calor o bien por sublimación, al pasar directamente a sólido; libera calor; a su vez si pasamos de sólido a gas absorbe. Considerando el paso de sólido a líquido, por el proceso de fusión, absorbe calor; y por último en el proceso de solidificación (congelación) se produce una liberación de calor. (Fig. 7) Estos intercambios energéticos influyen en un determinado comportamiento de la temperatura del medio ambiente, y esto a su vez incide sobre los procesos que se realizan en la superficie terrestre permanentemente.- (33, 38)

Estos cambios que se producen y en los cuales hay absorción o liberación de energía calórica son los que participan en la caracterización del estado del tiempo atmosférico; por otra parte estos cambios, además, posibilitan la entrada de materia del universo climático al sistema natural en forma de vapor de agua, lluvias, nieve y/o granizo, a través del ciclo hidrológico. Lo que implica una constante entrada y salida de materia desde el universo climático hacia el sistema natural y viceversa.- (66) (Fig. 8)

La mayor o menor proporción de vapor de agua que pueda contener la atmósfera, incide, por ejemplo sobre el comportamiento de la temperatura. En este sentido la misma se comporta así: cuando el contenido de humedad es abundante (tal el caso de los climas con influencia oceánica) no habrá marcadas amplitudes térmicas diurnas y/o anuales, y esto se reflejara en las características del paisaje resultante.- (33)

También, relacionada, con la temperatura, la humedad varía permanentemente ya sea cuando aumenta o disminuya lo que disminuirá o aumentara las posibilidades del proceso de condensación y la posterior precipitación y cuando esta se produce entra materia (por ejemplo en forma de lluvia) al sistema natural y el primer subsistema que reacciona es el hidrológico y sucesivamente los otros subsistemas, es decir el biótico, el edáfico y por último el litoestructural con tiempo de respuestas diferentes.- (5, 7, 26, 27, 33, 40)

Nos parece interesante recordar que el vapor de agua es en muchos aspectos el componente más importante de la atmósfera. Mientras los otros permanecen en forma gaseosa, el vapor se condensa con frecuencia en agua líquida, la cual a menudo se congela en nieve y/o se transforma en hielo.-

Ahora bien, "la cantidad de vapor de agua presente en el aire se puede expresar por la presión que ejerce el vapor, independientemente de la presencia de otros gases. Esta presión se llama tensión de vapor y se mide por ejemplo, en milibares, como la presión atmosférica.-

"La cantidad máxima de vapor de agua que puede presentarse depende de la temperatura del vapor. Sin embargo, como el vapor que hay en la atmósfera tiene la misma temperatura que el aire, podemos decir que la cantidad máxima depende de la temperatura del aire y es así que cuanto mayor sea la temperatura, más vapor puede contener el aire y a la inversa.- (33)

Se dice que el aire está saturado cuando se alcanza el máximo. Si se añade más vapor o si el aire se enfría por debajo del punto de saturación, el vapor excedente se condensa. Te-



niendo en cuenta la tensión del vapor y la máxima presión de vapor o presión de saturación, la humedad relativa se define como: "la presión de vapor que de hecho existe, expresada en tanto por ciento de la máxima que puede existir a una temperatura dada; en consecuencia el aire está saturado de humedad cuando la humedad relativa es del 100%. Además de la humedad relativa, es frecuente expresar la humedad de otras maneras. Así por ejemplo la densidad de vapor mide el número de gramos de vapor de agua contenido en un centímetro cúbico. A veces se llama humedad absoluta. La proporción de mezcla mide el número de gramos de vapor de agua por cada gramo de aire seco. Finalmente la humedad específica mide el número de gramos de vapor de agua por cada gramo de aire húmedo.

La densidad de vapor se expresa en gramos por cada centímetro cúbico ($gr./cm^3$). La proporción de mezcla y la humedad específica se expresan corrientemente en gramos por cada kilogramo de aire. Estas formas de expresar el contenido de humedad son utilizados corrientemente en meteorología y nos habla de una mayor o menor posibilidad de condensación y su posterior precipitación .-

De las formas en que se puede expresar la humedad del aire y en un sentido más real, la humedad específica es un patrón geográfico para medir una fuente básica- el agua - que se puede aplicar desde las regiones ecuatoriales a los polares. Y es importante porque es una medida de la cantidad de agua que se puede extraer de la atmósfera a través de la precipitación; así, mientras el aire frío tan sólo puede aportar una pequeña cantidad de lluvia o nieve. el aire cálido, en cambio, puede suministrarlo en grandes cantidades".- (5, 33, 38, 40, 66)

Luego de aclarado estos conceptos nos parece importante destacar la importancia de este vapor de agua en algunos fenómenos de superficie. En el caso de los vegetales el vapor de agua contenido en la atmósfera es tan necesario para la vida de las plantas como el agua del suelo.-

Por otra parte, la adaptación a condiciones de humedad, encuentra una expresión morfológica, aunque por supuesto, la fisiología también está involucrada.-

El tamaño y longevidad de la planta y la dimensión, forma, número, textura, duración y posición de las hojas están todas más o menos cercanamente relacionados con la adaptación a condiciones de humedad.... las condiciones de humedad, como ya vimos, están también influidas por la temperatura; aún en invierno, en ciertas regiones, la muerte con frecuencia es debida más al grado de sequía fisiológica que a las bajas temperaturas. El aspecto de la vegetación natural da una buena clave de las condiciones de humedad y, hasta cierto punto también, de las condiciones de temperatura en cualquier región".- (40)

Si los vegetales son reflejo de las condiciones de humedad y estos se desarrollan y crecen a partir de los suelos, estos también son la resultante de las condiciones de un mayor o menor contenido de humedad sobre la superficie, razón por la cual serán más desarrollados en las regiones húmedas que en las semiáridas y/o áridas donde los mismos tienen un escaso o nulo desarrollo.-

Este mayor o menor grado de evolución edáfica también está relacionado con los regímenes térmicos y de pluviosidad, razón por la cual en las diferentes regiones húmedas encontra-



mos tipos característicos de suelos y vida orgánica asociadas, tanto a nivel macro como micro.-

Por otra parte nos parece interesante recordar que, como ya se dijo, en los sucesivos estadios de desarrollo de la vida, los vegetales, tienen distinta necesidad de luminosidad y temperaturas, e incluso se puede hablar de temperaturas críticas para cada estadio; del mismo modo ocurre con la cantidad de humedad y al igual que la temperatura, las necesidades difieren para cada etapa como así también para cada especie en particular.-

Del mismo modo la mayor o menor cantidad de humedad incidirá de acuerdo con la región climática donde estemos, no solamente en el grado de meteorización de la roca, sino también en los tipos.-

En general podemos expresar que en las regiones áridas predomina la meteorización física, y en las regiones húmedas predominará la meteorización química; algunos aspectos más particulares desarrollaremos más adelante.- (54)

3.8.3. CONDENSACION.-

Cuando hablamos de condensación nos referimos a un proceso físico por el cual el vapor de agua pasa al estado líquido. Esto se produce cuando el aire se enfría hasta el punto de rocío, o cuando se satura por evaporación. Aclaremos que: el punto de rocío es la temperatura a que se produce la saturación si se enfría el aire a presión constante sin añadirle ni quitarle vapor.- (5, 33, 40, 66)

Ese enfriamiento es el que producirá la condensación del exceso de vapor de agua en el aire en forma de pequeñas gotas de agua o en forma sólida (si el punto de rocío está debajo de 0° C). La condensación del vapor de agua de la atmósfera se acumula alrededor de los núcleos higroscópicos de condensación ya mencionados.- (40)

Respecto de este proceso, en general, se expresa que la condensación se produce según circunstancias cambiantes que de una manera van asociadas a la variación del volumen de aire, a la variación de la temperatura y a la variación de la presión o humedad. Tal es así que ella se puede producir cuando disminuye la temperatura del aire, permaneciendo constante su volumen, entonces el aire se enfría hasta el punto de rocío; o cuando aumenta el volumen de aire sin suministrar calor; o "cuando un cambio conjunto de temperatura y volumen reducen la capacidad de contener humedad del aire por debajo del contenido de humedad existente".-

En síntesis, en la medida que se altere en alguna forma, alguna de las variables consideradas, podrá producirse la condensación. -

Por último diremos que las formas más corrientes en que se produce la condensación son: el enfriamiento por contacto, mezcla de dos capas distintas de una sola masa de aire, o el proceso dinámico de enfriamiento adiabático.-

El primer caso se produce cuando, por ejemplo, pasa aire cálido y húmedo sobre una superficie fría. Sería el caso cuando en las noches claras de invierno, como consecuencia de la fuerte irradiación la superficie se enfría rápidamente, este enfriamiento se extenderá gradualmente hasta el aire húmedo inferior, reduciendo su temperatura hasta el punto en



que se produce la condensación en forma de rocío, niebla o escarcha, según la cantidad de humedad existente, el espesor de la capa de aire que se enfríe y el valor del punto de rocío.

El segundo caso, puede ocurrir dentro de una misma masa de aire o bien cuando se produce la mezcla turbulenta de dos masas de aire de distintas características.-

Y el tercer caso, se supone el aumento del volumen de la masa de aire debido al descenso de la presión y el consecuente descenso de la temperatura hasta el punto de rocío. Esto se produce cuando el aire se eleva hasta un nivel inferior de presión sin aumento de energía calorífica. Esto significa que al aumentar el volumen de la masa de aire que se eleva, supone un trabajo y en consecuencia un consumo de energía, por lo tanto se reduce la cantidad de calor disponible por unidad de volumen y en consecuencia la temperatura.-

La condensación se produce con mayor dificultad en el aire limpio, la humedad debe, en general, encontrar una superficie adecuada para poder condensarse y que en la mayoría de los casos es ajena al aire, tal es el caso del polvo atmosférico o bien elementos de la superficie terrestre.- (5, 54, 66)

La condensación que se produce sobre la superficie es el rocío y si su temperatura es 0° C. o muy próxima, se produce la escarcha; en cambio en el aire la condensación va a dar lugar a las nubes en sus diversos tipos y variedades de acuerdo con las características de la masa de aire donde se realice este proceso.-

3.8.4. PRECIPITACIONES

Las precipitaciones son el elemento climático más importante ya que en sus variadas expresiones- lluvia, nieve, granizo- se hallan ligadas a la existencia de la vida, el desarrollo de los suelos, las características hidrológicas de los cursos de agua, etc.

De sus variadas manifestaciones, las lluvias son las más frecuentes y la de mayor distribución espacial en el planeta. En general la lluvia resulta de la condensación de la humedad en corrientes ascendentes de aire, a temperaturas superiores de 0° C. La nieve, en cambio, se forma con temperaturas inferiores al punto de congelación. Se presenta formando complejos cristales con una variedad infinita de formas. El conjunto de cristales es lo que se llama copo.- (5, 27, 33, 47, 54, 66)

Por su parte, el granizo a pesar de ser el más grande y pesado tipo de precipitación en forma sólida, sólo se produce por una fuerte convección que se forma exclusivamente en las fuertes tormentas de verano. Las piedras de granizo, de forma esférica o irregular, son de hielo transparente y a veces compuestas de capas concéntricas, alternadas, de hielo claro y de nieve opaca parcialmente fundida.- (66)

De los diferentes tipos de precipitación los que más nos interesan son las lluvias.-

La lluvia es una precipitación de agua líquida en la que las gotas, por regla general, son más grande que en una llovizna. A veces las gotas pueden tener el tamaño que tienen en la llovizna, pero entonces son pocas y alejadas entre sí, lo que distingue la lluvia de la llovizna, también en este caso. La caída de una lluvia tal indica que las gotas se formaron en una nube de altura considerable y cayeron a través de una capa de aire relativamente seco, de manera que algunas gotas se evaporaron del todo y otras se empequeñecieron en la caída. También puede sospecharse que el proceso de precipitación podía no haber sido muy acti-



vo. De vez en cuando se ve como cae lluvia de las nubes y antes de llegar al suelo se evapora por completo. Por otra parte, si las gotas son grandes y muchas cuando llegan a tierra (como lo son cuando provienen de una nube de tormentas), debe deducirse que los procesos de precipitación son muy activos, las nubes de mucho espesor y el aire bajo ellos relativamente húmedo". - (66)

3.8.5. CLASIFICACION DE LAS LLUVIAS

Existen varios criterios con los cuales se pueden clasificar las lluvias, entre ellos podemos mencionar aquel que utiliza los montos totales anuales, otro que considera su génesis, etc. De acuerdo con el primer criterio mencionado, las lluvias pueden clasificarse en: excesiva cuando supera los 2.000mm. anuales, abundantes cuando oscilan entre 1.000 y 2.000mm., suficientes entre 500 y 1.000mm., insuficientes entre 200 y 500mm. y por último los inferiores a 200mm. escasas y/o nulas.-

LLUVIAS CONVECTIVAS

En este caso el proceso se inicia a partir del caldeoamiento del aire en superficie, como consecuencia: aumenta su volumen y se eleva hacia zonas de aire más frío y más pesado de estratos más altos. Por lo general, la columna de aire que 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. La base plana de esta nube nos indica en nivel de condensación; la parte superior de la nube representa el límite de ascenso del aire cálido. 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 diferentes condicionamientos atmosféricos, 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". - (5, 33, 54, 66) (Fig. 9)

Debemos aclarar que el crecimiento espontáneo de una nube continuando más allá de sus condiciones iniciales es porque, un calentamiento desigual de la capa inferior de la atmósfera sirve solamente de efecto de disparo para llevar a cabo una corriente ascendente de forma espontánea, y alimentada por la energía calorífica latente liberada por la condensación del vapor de agua.-

El aire susceptible de elevarse en forma espontánea durante la condensación se denomina aire inestable. En tal tipo de aire la corriente ascendente tiende a acrecentarse con el tiempo". -

Naturalmente a elevadas altitudes la mayor parte del volumen del 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 que genera, a partir de una convección espontánea, grandes aguaceros y tormentas, se halla con mayores probabilidades en áreas cálidas y húmedas tales como las regiones tropicales y ecuatoriales. A lo largo del año y en las latitudes medias tan sólo se



forman durante la estación estival. En síntesis estas lluvias están asociadas con las altas temperaturas. - (54, 66)

LLUVIAS OROGRAFICAS

Estas lluvias tienen su origen en el ascenso, del aire durante su desplazamiento, al encontrarse con los obstáculos que le ofrece el relieve un ejemplo sería una barrera orográfica dispuesta en forma perpendicular al desplazamiento general del aire. -

En estos casos, el vapor de agua, dentro de la masa de aire que se desplaza, está confinado en su mayor parte en los estratos inferiores y en proporción decrece con la altura. En el proceso de ascenso del aire, para salvar el obstáculo, se enfría y expande adiabáticamente, lo cual da origen a la condensación y posterior precipitación. Estas son abundantes en la ladera de barlovento, en cambio, las de sotavento con aire cálido y descendente son más secas y reciben el nombre de sombra de lluvias. -

Las condiciones más favorables a las grandes lluvias orográficas se manifiestan cuando, por ejemplo, las cadenas montañosas son elevadas y relativamente continuas, están inmediatas a una costa y los vientos de un océano cálido soplan en ángulo recto sobre la barrera montañosa. Esto también puede ocurrir en el interior del continente". - (Fig. 10)

LLUVIAS CICLONICAS Y FRONTALES

En estos casos las tormentas de bajas presiones (ciclones) de latitudes medias, el aire proveniente de diversas direcciones y por lo tanto de temperaturas y densidades distintas, convergen hacia un centro. -

Como consecuencia de esta convergencia y del empuje hacia arriba, que deriva de ella, favorecido por la superposición de masas de aire templado y poco denso de latitudes templadas, a otro más frío y pesado, de latitudes altas, se produce en consecuencia el ascenso de grandes volúmenes de aire. De modo diferente, a la convección ascendente, que es vertical, el aire más caliente de los ciclones asciende, con mayor frecuencia, siguiendo una dirección oblicua y, por lo tanto, lentamente, resbalando en su ascenso por pendientes de aire frío y pesado, su enfriamiento es, por esta causa, más lento. De esta subida y enfriamiento más lentos, resulta que las precipitaciones son menos fuertes en los ciclones que en las tempestades, pero de mayor duración. - (Fig. 11)

Cuando en un ciclón, el aire cálido de superficie asciende sobre corrientes de aire más frío, puede dar lugar a fuertes aguaceros. Estas tormentas y sus frentes asociados son más numerosas e intensas en la estación fría. -

En los trópicos y latitudes medias los ciclones y frentes son las causas más importantes de las precipitaciones: las tormentas de latitudes bajas obedecen en cambio, a otras causas aunque tienen semejanza con la primera. -

La mayor parte de las precipitaciones de invierno de latitudes medias son de origen frontal o ciclónico. Sin embargo la convergencia de masas de aire y su elevación posterior son características de las tormentas de bajas presiones, lo mismo en latitudes bajas que medias. - (5, 33, 38, 41, 44, 47, 49, 54, 66)



3.8.6. REGIMENES PLUVIOMETRICOS

Si bien, es cierto, es importante conocer los montos totales anuales de precipitación, ellos no nos proporcionan demasiada información de sus efectos; en cambio si conocemos como se distribuyen en el transcurso del año y las variaciones interanuales, con este tipo de información nos permitirá interpretar más adecuadamente los fenómenos que se produzcan sobre la superficie terrestre. Cuando hablamos de las cantidades de precipitaciones y sus variaciones en el transcurso del año, estamos haciendo referencia al régimen.-

En el caso particular de las lluvias y sus regímenes, lo que nos interesa conocer es la mayor o menor efectividad que las mismas pueden tener sobre los suelos, la vegetación, la meteorización, el escurrimiento, etc., ya que esa efectividad va a depender, por un lado de la cantidad total anual que pueda disponer el sistema natural; por otro lado, tanto, los máximos y mínimos, si se producen o en la estación cálida, cuando en general la evaporación es mayor, o bien en la estación fría; esto posibilitará una mayor o menor retención de agua en los suelos, por ejemplo, la posición de la napa freática y sus correspondientes efectos, en función de la disponibilidad de agua durante el año.-

Teniendo en cuenta los aspectos estacionales de las precipitaciones, Strahler, nos habla de tres grandes modelos" (66):

1)"Distribución uniforme de la precipitación;

2)"Precipitación máxima durante el período estival (o estación en la que Sol está en lo más alto) cuando la insolación está en su punto culminante y

3)"Máxima precipitación durante el invierno o estación más fría, cuando la insolación es menor.

El primer modelo puede incluir una amplia gama de posibilidades que comprenden desde una poca o nula precipitación en cualquier mes, hasta una abundante presencia en todos los meses del año".-

Teniendo en cuenta los objetivos de nuestro trabajo nos parece interesante considerar solamente algunos modelos y que tienen ver con nuestra área de estudio.-

En este sentido podemos mencionar el tipo ecuatorial, predominante en las bajas latitudes; la lluvia es abundante todo el año, pero hay dos máximas que coinciden, aproximadamente, en los equinoccios; en cambio "el tropical seco y húmedo presenta una estación lluviosa en el período en que Sol alcanza su cenit (solsticio de verano) y una estación muy árida durante el solsticio de invierno. Esta alternancia estacional es llevada a su máximo extremo en el típico monzón asiático, con una estación muy lluviosa, coincidente con la posición más elevada del Sol sobre el horizonte y un período muy seco, en la estación opuesta.

En cambio hacia latitudes un poco más altas, el máximo de precipitación estival se observa en las franjas orientales de los continentes que corresponde a un tipo subtropical húmedo.

La distribución, tanto en el tiempo como en el espacio, están íntimamente relacionada con la dinámica del aire, las características de los manantiales de masas de aire, la dirección y frecuencia con que se presentan las masas de aire, de las transformaciones que sufren las mismas a medida que van desplazando por distintos tipos de superficies, de los intercambios que se producen entre las masas de aire y las características de la superficie terrestre, etc., todo ello está relacionado con los tipos de precipitaciones y el régimen de las mismas



como así también el comportamiento de los elementos que caracterizan las masas de aire, los tipos de tiempo y en definitiva del clima. - (54, 66)

3.8.7. EFECTOS DE LAS LLUVIAS

Los efectos que producen las precipitaciones y su régimen influyen como los otros elementos climáticos y que actúan simultáneamente sobre las características de los procesos que se realizan sobre el sistema de sustentación e incluso en las actividades que realiza el hombre. -

Desde el punto de vista biológico, podemos expresar que: "el agua es importante puesto que a lo largo de su evolución, las plantas y los animales se han ido especializando o adaptando a los excesos o a las diferencias, en cuanto a la disponibilidad de aguas". - (8, 9, 25)

"La presencia de agua y su disponibilidad para los organismos terrestres en un punto cualquiera del tiempo y del espacio, está determinado por el balance entre la precipitación, evaporación, escorrentía e infiltración. Este balance está a su vez afectado por otros organismos principalmente la cobertura vegetal. Mediante la transpiración, las plantas devuelven parte del agua del suelo a la atmósfera. Por obstrucción en el flujo superficial e incrementando la porosidad del suelo, reducen la capacidad de arroyada e incrementan la infiltración". - (9)

Por otra parte "el agua es el agente que vehiculiza los alimentos del suelo y los hace asequibles a las plantas. Más que cualquier otro factor del hábitat, el agua afecta la morfología interna y externa de aquellos órganos vegetales que en conjunto determinan la fisonomía de la vegetación. El agua, producto de los regímenes de precipitaciones, da motivo a las divisiones dentro de las zonas de vegetación de la tierra originadas por la temperatura. En menor escala regula la estructura y disposición de las comunidades vegetales. Que las más leves diferencias en el suministro de agua se hacen visibles en la vegetación". -

Razón por la cual las características, estructura y composición, como así también su variación están en función de la disponibilidad de agua de tal modo que en función a su distribución espacial las formaciones fitogeográficas también se distribuyen en el tiempo y el espacio. Al respecto, nos parece interesante recordar que, en uno de sus trabajos nos dice Burgos: "Las fisonomías vegetales actuales traen consigo todo el arrastre de los procesos climáticos de épocas pasadas, y su forma en continua evolución, además de depender de otros factores importantes como los geológicos y edáficos, puede encontrarse desfasados del proceso climático actual. Por lo tanto toda deducción sobre la base de una base de un equilibrio con el clima presente puede llevar implícito un error", razón por la cual muchas veces en las formaciones vegetales actuales podemos encontrar especies vegetales que pertenecen a otras condiciones climáticas y son, en consecuencia, relictos del pasado clima de un área determinada. - (15)

Así como las temperaturas, la humedad y el régimen de precipitaciones influyen sobre las características y distribución de los vegetales, las lluvias también influyen sobre los tipos de suelo y su evolución. -

Como la mayoría de los procesos que se dan sobre la superficie terrestre y teniendo en cuenta los componentes del clima, las temperaturas y las precipitaciones ejercen una in-



fluencia preponderante sobre la rapidez y la forma de descomposición de las rocas (meteorización) (70), así como de la intensidad del fenómeno de migración. De manera general, el conjunto de procesos de alteración y descomposición es más intenso cuanto más elevada es la temperatura, y la lixiviación más acentuada cuanto más abundantes son las lluvias. Recordemos que éstos dos factores no pueden ser considerados, en principio aisladamente sino de manera combinada. Así, en lo que se refiere al suelo, la importancia de la lixiviación depende más exactamente de la pluviosidad menos la evaporación, la cual es función, a su vez, en parte de la temperatura. -

"Aparte las localidades excepcionales donde la evolución del suelo está ligada a caracteres especiales de la roca madre o de la topografía, el clima, representa el factor determinante de la pedogénesis. A pequeña escala, el papel decisivo del clima se traduce en una concordancia relativa entre la distribución sobre la superficie terrestre de los grandes tipos de suelos evolucionados y las grandes zona climáticas". Tal paralelismo se observa en territorios continentales extensos. - (66, 70)

Por otra parte se puede agregar que los efectos "climáticos", intervienen también, en la composición química del suelo más y más a medida que éste se acerca a la madurez. Las sales minerales son eliminadas de ciertos horizontes y depositadas en otros transportados por el agua. Así mismo "el clima general (temperaturas y régimen de lluvias) determina que pueda acumularse o no la substancia orgánica, y que la capa superior del suelo esté sujeta a un aumento de acidez o a una acumulación de sales. Pueden distinguirse, básicamente, dos series extremas de desarrollo: una con aumento de acidez y otra básica con acumulación de sales en el suelo". - (70).

Para el primer caso "las grandes precipitaciones y la humedad elevada favorecen mucho la acumulación de humus y el lavado de las sales minerales de las capas superiores del suelo", como se mencionó anteriormente, por el contrario, en climas áridos con escasa precipitación y gran evaporación, lleva invariablemente a suelos alcalinos en su madurez, en los que el agua de lluvia no puede escurrir fácilmente. Debemos destacar además que: la elevada evaporación provoca la concentración de la solución en las partes superiores del suelo como consecuencia del proceso de ascenso por capilaridad del agua y que trae sales en disolución. -

Es interesante destacar además, que, en las regiones cálidas y húmedas como consecuencia de las altas temperaturas y precipitaciones, en los suelos se produce una descomposición muy avanzada de los elementos minerales y hace desaparecer por completo calcio, potasio y magnesio, es atacada la sílice, cuya proporción puede descender y sólo respeta al aluminio y al hierro. Este proceso se debe no solo a las altas temperaturas, sino también a las precipitaciones alternadas con sequías. -

El final del proceso es la formación de un hidrato de aluminio al estado cristalino o coloidal, acompañados de hidratos de hierro, de manganeso y hasta de titanio". -

En éstas regiones tropicales las rocas más o menos permeables son rápidamente desintegradas, dando un suelo ferruginoso y todavía silíceo con elementos cristalinos; otros suelos están formados por elementos coloidales, éstos no siempre son ferruginosos y pueden ser incluso blancos. Cuando la pluviosidad varía mucho a lo largo del año, durante los perío-



dos secos las soluciones de carbonato ferroso suben por capilaridad hacia la superficie en un medio rico en oxígeno, el hidrato de hierro se precipita en forma de coraza impermeable superficial o a una profundidad variable, ésta coraza impide que el proceso prosiga y es lo que se conoce como laterita. En cambio los procesos químicos de las regiones templadas y frías son más lentos y menos avanzados, por lo tanto producirán, en consecuencia, tipos de suelos muy diferentes.- (15, 35, 51, 55, 66, 70)

Otro aspecto interesante a destacar es que el agua de lluvia está muy lejos de ser el agua pura que a menudo creemos. Actúa como portador del oxígeno y dióxido de carbono atmosférico disueltos y, se ha observado que presenta una composición química sorprendentemente compleja: sales procedentes del mar, óxido nitroso producido por los relámpagos y disuelto dando ácido nítrico, dióxido de azufre, formado por la combustión de los carburantes sulfurados y disueltos, formando ácido sulfúrico, éstos y muchos otros componentes comunes confieren al agua de lluvia la posibilidad de atacar la roca de infinitas maneras. Una vez que el agua se ha infiltrado por debajo de la superficie, su composición se modifica aún más como consecuencia de las reacciones que tienen lugar con las fracciones minerales y orgánicas del suelo".- (9)

"El agua pura que se filtra a través de una roca puede dar lugar a tres importantes procesos químicos: disolución, hidratación e hidrólisis.-

Debido al dióxido de carbono y oxígeno disueltos, el agua de lluvia generalmente puede originar otros dos procesos: carbonatación y oxidación".-

Cabe agregar que ninguno de éstos procesos se produce aislado, su efectividad es en gran parte el resultado de las interacciones entre ellos.- (35, 42, 55)

La gran importancia de la disolución radica en su papel de transporte de los productos de otros procesos de meteorización ya que si éstos no son transportados, pueden alterar de forma lenta o radicalmente toda la secuencia de descomposición de la roca. Muchas disoluciones dependen de factores externos para su mantenimiento "dado el efecto de la acción solvente del agua se disuelven primero las sales solubles de elementos alcalinos y alcalinotérreos como cloruros, sulfatos y carbonatos. La presencia de anhídrido carbónico disuelto en el agua aumenta su actividad solvente. Es así que, por ejemplo, los carbonatos de Ca y Mg se transforman inicialmente en bicarbonatos.- (9)

Este proceso es más rápido al aumentar el contenido de CO_2 en el suelo. Además los bicarbonatos se remueven y queda en las rocas calizas un residuo no calcáreo carbonatado, del cual se desarrollan los suelos.-

En el caso de la hidratación muchos minerales diferentes pueden incorporar agua a su estructura molecular. Esto incluye no sólo a los que se encuentran por lo general en las rocas ígneas, sino también a muchos de los constituyentes de las rocas sedimentarias. Por ejemplo la hematite se puede convertir en limonita, y del mismo modo muchos minerales de la arcilla aumentan enormemente su volumen al hidratarse. Esta propiedad de hinchamiento al entrar en combinación con el agua es uno de los aspectos más importantes de la hidratación y su proceso inverso es la deshidratación.-

La reacción de los minerales con los iones H y PH del agua produce lo que se conoce como hidrólisis.-



En el caso de la ortosa, por ejemplo: "se puede notar que la reacción que se produce lleva a una destrucción casi completa de la red silicatada original, junto con la remoción del ion potasio. La reordenación de los iones de silicio y aluminio puede admitir más agua y el producto final es el mineral de arcilla hidratado, conocido como caolinita. Otra parte de la sílice puede ser evacuada por disolución. Esta descomposición de la ortosa viene a ilustrar una reacción química con agua que afecta a muchos otros minerales silicatados. Los feldspatos ricos en sodio y calcio se descomponen de forma muy parecida, del mismo modo que lo hacen minerales mucho menos próximos tales como el olivino, augita y hornblenda. Sin embargo, en todos los casos, en condiciones naturales, los cambios químicos se suelen ver acelerados como consecuencia de la impureza del agua y, en particular por la presencia de dióxido de carbono disuelto".- (9, 33, 35, 39, 40, 47,55, 66, 70)

En el proceso de carbonatación, "el dióxido de carbono atmosférico disuelto en agua, forma un ácido débil (ácido carbónico). Este ácido reacciona con el carbonato de calcio produciendo un producto soluble, bicarbonato cálcico, que es removido por el agua sobrante y trasladado fuera de la zona. Este proceso es reversible, ya que, cuando se produce la evaporación se deposita el carbonato cálcico en forma cristalina en el suelo, regolita o aluvión. La deposición de los carbonatos es un proceso dominante en regiones de clima seco; es un importante proceso de formación de suelos".- (9, 39)

La presencia de oxígeno disuelto en el agua, en contacto con superficies minerales conduce a la oxidación, que es la unión química de átomos de oxígeno con elementos metálicos (calcio, potasio, magnesio, hierro) abundante en los minerales silíceos. En el caso del hierro, por ejemplo, éste es un componente de muchos de los minerales comunes que forman las rocas, tales como la biotita, augita y hornblenda y, que al ser liberado por alguno de los otros procesos químicos, se oxida rápidamente pasando al estado férrico en forma de hematites o su equivalente hidratado, limonita. Es en ésta forma férrica en la que el hierro tiñe muchos suelos con los rojos, marrones o amarillos característicos".- (9, 39)

Las condiciones climáticas, de un lugar determinado, en especial la temperatura y el régimen de precipitaciones, también ejercen control sobre el subsistema hidrológico. Si bien es cierto que, en las características de los regímenes fluviales intervienen una serie de variables que se correlacionan, el régimen de precipitaciones juega uno de los roles más importantes.-

En las regiones de bajas latitudes las precipitaciones pluviales son las que revisten mayor importancia en el temperamento fluvial de los ríos, ya que las mismas son las que aportan, directamente, la mayor parte de los caudales.-

La duración, intensidad y tipos de lluvias determinan el comportamiento de los ríos y la efectividad de las mismas también será función de la temperatura y de la naturaleza del sustrato por donde las aguas se van a desplazar. En este sentido importa, también, saber si son suelos permeables o impermeables, ya que los mismos posibilitarán un menor o mayor escurrimiento superficial de las aguas, ya que parte del agua precipitada se podrá infiltrar con mayor o menor rapidez. De todos modos esa agua que se infiltra, posteriormente alimentará los ríos como agua subterránea la cual influirá en los débitos de estiajes, que se



verán minimizados cuando ellos sean importantes y haya en algunos casos una estación del año con déficit de lluvias.-

El comportamiento hidrológico de los ríos, además de los regímenes de lluvia, también se relacionan con la forma y orientación de las cuencas, respecto de la dirección de los vientos y masa de aire húmedas predominantes y que son las portadoras de importante cantidad de agua que formarán parte de los caudales de los cursos de agua.-

El tamaño de la cuenca tiene que ser tenida en cuenta ya que por ejemplo, en cuencas de reducida extensión se puede observar una respuesta casi inmediata al tipo y régimen de lluvias, en cambio aquellas que abarcan grandes superficies con variedades climáticas, los ríos reflejarán, en su comportamiento, esas variaciones y los regímenes fluviales serán de éste modo, a veces, muy complejos.-

En general en bajas latitudes podemos observar diferentes regímenes de lluvias, entre ellos podemos mencionar al ecuatorial, que se caracteriza por lluvias excesivas durante todo el año, con dos máximos equinociales y afectadas por masa de aire tropicales marítimas durante todo el año, luego podemos mencionar los regímenes subecuatoriales, en donde se insinúa una estación seca corta y una húmeda más larga, aquí las lluvias en consecuencia, tienden a una estacionalidad. Otro régimen es el tropical; éste se caracteriza por tener dos estaciones bien diferenciadas: una seca y que coincide con la estación invernal y otra lluviosa que coincide con la estación estival, en consecuencia habrá un período de mínimos caudales hacia el invierno y máximos hacia el verano.-

Otros regímenes a ser considerados son los subtropicales. Aquí podemos reconocer dos variedades, uno sin estación seca, con lluvias abundantes todo el año y dos máximos hacia las estaciones intermedias y otro régimen con la estación lluviosa coincidente con el invierno y la estación seca corresponde al verano. Este régimen también se lo conoce como mediterráneo.-

3.9. LOS CAMBIOS CLIMATICOS Y SUS EFECTOS

Se sabe que en el pasado geológico se produjeron lentos pero muy importantes cambios en el clima, ello se ha podido constatar a través de numerosos estudios geológicos y paleontológicos en diferentes partes del mundo y en las cuales se obtuvieron pruebas irrefutables de la existencia de las épocas glaciales. "En diversas partes del globo los cambios del clima han sido suficiente, incluso dentro de los últimos mil años, para influir en las posibilidades de la agricultura y la habitabilidad.- (5, 37, 41, 44, 46, 51, 52, 55, 69)

Sabemos que el fenómeno climático glaciación implica básicamente el avance de los hielos desde los casquetes polares hacia las zonas ecuatoriales, esto implica que como consecuencia de la acumulación de agua en forma de hielo sobre los continentes por medio del ciclo hidrológico, y el correspondiente descenso general del nivel de los mares.-

Por otra parte se sabe que esos cambios no solamente afectan a las zonas cubiertas por los hielos sino también aquellas regiones lejos de su influencia y se ha podido comprobar, por ejemplo que, consecuentemente con el avance o retroceso de los glaciares, se producen el retroceso o avance de zonas más secas o más húmedas que las actuales. Todo ello implica



modificaciones en la dinámica de procesos y fenómenos que se producen sobre la superficie terrestre.-

"El problema de explicar los climas de la tierra en épocas remotas reviste gran complejidad, porque es preciso tener en cuenta la configuración variable de los continentes y de los océanos" Battan, L. J expresa que "está fuera de toda duda que las edades de hielo tuvieron lugar entre 100 y 400 millones de años atrás y pueden ser atribuidas, en su mayor parte a las alteraciones que se produjeron en la distribución de tierras y mares, cuando las masas continentales se movieron unas con respecto a las otras".- (6)

Por otra parte expresa que "muchos científicos están interesados en conocer hasta que punto las variaciones climáticas que tuvieron lugar en un pasado reciente pueden ser explicadas en términos del comportamiento de la atmósfera y los océanos a escala global. Sabemos que el clima está relacionado con la fuerza y el carácter de la circulación general, pero aún no se conocen exactamente el factor o factores que gobiernan las variaciones en la circulación general".- (5, 6)

Para poder explicar *los cambios de clima* se han expresado varias *hipótesis*, entre las que podemos mencionar:

1- *Aquellas que suponen que se han producido cambios en la cantidad de energía que llega a la Tierra, proveniente principalmente del Sol.*

2- *Aquellas que suponen que la cantidad de radiación solar que recibe la Tierra es constante y que los cambios climáticos son debido a las modificaciones de las propiedades de la superficie terrestre o de la atmósfera.*(5)

A pesar de los esfuerzos realizados por los estudiosos todavía no han podido dar una respuesta satisfactoria a ésta problemática. Por ejemplo se ha propuesto que el vulcanismo puede dar lugar a edades de hielo. Esto se explica de la siguiente manera: las erupciones volcánicas cuando se producen, introducen grandes volúmenes de polvo a la atmósfera, y se ha pretendido explicar que ese polvo podría reducir la energía solar absorbida ocasionando así el descenso de la temperatura. De todos modos hay que considerar que "el que las partículas de la atmósfera causen calentamiento o enfriamiento depende de las características de las partículas, de la altura a que están y de la reflectividad de la capa situada debajo de ella".- (5, 6, 7)

Hay autores que proponen que los cambios de clima son debido a variaciones de la concentración de anhídrido carbónico en la atmósfera, otros en cambio afirman que las edades de hielo fueron debidas a cambios de la órbita terrestre alrededor del Sol".-

Independientemente de las reales causas que han determinado y pueden determinar, en el presente los cambios de clima, existe en el paisaje natural pruebas de que ello ocurrió. En esa pruebas en nuestro país por ejemplo. "Frenguelli en 1925 describió formas de relieve discrepante con el clima actual" por ejemplo relieves de climas lluviosos se encuentran hoy en climas áridos y viceversa; otro caso sería para tiempos geológicos recientes: para Tierra del Fuego, la pugna establecida entre el bosque y la estepa, en el curso de los últimos 9000 años en función de la alternancia del clima seco o húmedo.-

En ese tiempo dos veces dominó el bosque sobre la estepa (clima húmedo), dos veces dominó la estepa sobre el bosque (clima seco). También destaca que para estos tiempos no



estuvo exento de cataclismos como: Movimientos apreciables del nivel del mar (en sus transgresiones y regresiones marinas), poderosas erupciones volcánicas (con abundante caída de cenizas).-

Evidentemente con los cambios climáticos, también se produjeron importantes cataclismos.-

Con respecto de los tiempos históricos nuestra escala de percepción cambia considerablemente, ya que en los casos antes mencionados nos referíamos a tiempos que podían durar cientos o miles de años.-

De todos modos, a través de crónicas o documentos históricos se han podido establecer modificaciones climáticas, que tal vez no sean tan acentuadas como los observados en la otra escala del tiempo. En éste sentido podemos apreciar en los trabajos de Barry y Chorley y de Battan, entre otros; que han confeccionado cuadros cronológicos históricos en los cuales se puede apreciar variaciones en las condiciones climáticas.- (5, 7)

Ya en nuestro siglo y con abundantes registros de estadísticas meteorológicas, se ha podido reconocer, un aumento general de la temperatura del planeta desde finales del siglo XIX hasta más o menos la década del cuarenta, de nuestro siglo, a partir de aquí se observa una tendencia hacia la disminución hacia los años 60 y actualmente y de acuerdo con lo consultado en numerosas revistas científicas, con información actualizada y referidas a la información que brindan las imágenes satelitarias parece que la tendencia, nuevamente, en los últimos años es a un aumento de la temperatura del planeta.- (5, 7)

Los efectos que pueden producir los cambios de clima van a depender de dos elementos básicos: temperatura y humedad y de la manera en que se combinen ambos los resultados van a ser diferentes en diferentes partes del planeta. Por ejemplo: la mayor o menor cantidad de humedad del aire va a incidir en el comportamiento, por ejemplo de la temperatura. Es así que en las regiones húmedas las variaciones diarias y estacionales son poco significativas, en cambio aquellas regiones poco húmedas se caracterizan por marcadas amplitudes térmicas. Esas variaciones y/o tipo de variaciones de temperatura y humedad asociadas nos va a posibilitar ciertas características, particulares, que inciden en la conformación del paisaje natural y su funcionamiento como por ejemplo: los procesos de meteorización (ya sea físicos y/o químicos) los procesos pedogenéticos y la caracterización de los suelos sobre los cuales se van a desarrollar asociaciones vegetales, con fisonomías características también, y los tipos de fauna que en la misma puedan vivir en armonía con todo ese medio natural.- (5, 7, 38, 41, 46, 51, 55, 69)

Por otra parte, debemos recordar que los sistemas de modelado están íntimamente relacionados con las condiciones climáticas; como: el glaciar, periglacial, de las selvas tropicales, desiertos, etc., cada uno a medida que se van desarrollando van produciendo formas que les son propias, sobre las cuales se desarrollan diferentes tipos de procesos físicos, químicos, biológicos, etc..-

Las características hidrológicas, también funcionan influidas por el clima y sus variaciones, al punto que en la medida que varían las precipitaciones y las temperaturas y con ello todos los otros procesos asociados, se modificará también el temperamento hidrológico del



río, no solamente desde el punto de vista de los caudales líquidos sino también sólido y con ello toda la dinámica fluvial, en el sentido más amplio.-

En la medida que varíen los parámetros climáticos, variarán las posibilidades de un aprovechamiento adecuado de los diferentes recursos naturales que el hombre necesita para vivir; ya que, sabemos, que muchas veces las condiciones climáticas, tanto en forma directa, como indirecta puede actuar sobre el quehacer humano.-

BIBLIOGRAFÍA:

- 1 ALESSANDRO DE RODRIGUES, Moira.- 1.990 "Pampero. Un ejemplo dinámico de su comportamiento en el pie monte mendocino desde 1.968 a 1.972"; En: Boletín de Estudios Geográficos, Facultad de Filosofía y Letras, Instituto de Geografía Universidad Nacional de Cuyo, Vol XXIV, N° 86, Mendoza.-
- 2 ANGELONI, Miguel A, y MACIEL, Pablo.- 1.992 "Heladas Agrometeorológicas", INTA, Serie: Manejo N° 2, Saenz Peña, Chaco.-
- 3 ATLAS TOTAL DE LA REPÚBLICA ARGENTINA.- 1.982 Centro Editor de América Latina, Vol II, Buenos Aires.-
- 4 BARROS SARTORI, María da G. - 1.986 "Modelização do clima urbano de Santa María, R.S."; En: Ciência e Natura, Centro de Ciencias Naturais e Exatas, Universidad Federal de Santa Maria Vol. 8, Santa María, R.S., Brasil.-
- 5 BARRY, R.G. y CHORLEY, R.J. - 1.980 "Atmósfera, Tiempo y Clima", Omega, Barcelona.-
- 6 BATTAN, Louis J. - 1.964 "La naturaleza de las Tormentas", EUDEBA, Buenos Aires.-
- 7 BATTAN, Louis J. - 1.976 "El tiempo atmosférico", Omega. Barcelona.-
- 8 BILLING, W. - 1.968 "Las plantas y el ecosistema", Herrero Hnos. (Fundamentos de la Botánica), México.-
- 9 BRAUN-BLANQUET, J. - 1.950 "Sociología Vegetal", Acme Agency, Buenos Aires.-
- 10 BRINO, Walter Cecilio.- 1.977 "A abordagem genética na classificação climática", En: Geografia, Vol.2, n° 3, Sao Paulo.-
- 11 BRUNIARD, Enrique Danilo y Otros.- 1.987 Geografía del Nordeste Argentino", Senoc, Buenos Aires.-
- 12 BRUNIARD, Enrique Danilo.- 1.962 "Geografía Pluviométrica de la Provincia del Chaco", En: Revista Nordeste, Revista de la Universidad Nacional del Nordeste, N° 4 Resistencia, Chaco.-
- 13 BRUNIARD, Enrique Danilo.- 1.963 "Los climas biológicos de la República Argentina según la clasificación de F. Bagnouls y H. Gaussen", En: Revista Nordeste N° 4, Resistencia, Chaco.-
- 14 BRUNIARD, Enrique Danilo.- 1.986 "Aspectos geográficos de las precipitaciones nivales, en la República Argentina", En: Boletín de Estudios Geográficos, Facultad de Filosofía y Letras, Universidad Nacional de Cuyo, Vol. XXII, N° 82/83, Mendoza.-



- 15 BURGOS, Juan Jacinto.- 1.970 "El clima de la Región Nordeste de la República Argentina en relación con la vegetación natural y el suelo", En: Boletín de la Sociedad Argentina de Botánica, Vol. XI, Suplemento. Buenos Aires.-
- 16 BURGOS, Juan J. y HOFFMANN, José.- 1.963 "Las Tierras áridas y Semiáridas de la República Argentina". En: Revista IDIA, INTA, N° 186, Buenos Aires.-
- 17 BURGOS, Juan Jacinto y VIDAL, Arturo L. - 1.949 "Los climas de la República Argentina, según la nueva clasificación de Thornthwaite", En: Revista Meteoros, año I, N° 1, Buenos Aires.
- 18 BURGOS, Juan Jacinto.- 1.965 "Relevamientos Mesoclimáticos y Microclimáticos", En: IDIA, INTA, N° 186, Buenos Aires.-
- 19 CABRERA, Ángel L. - 1.958 "Fitogeografía", En: La Argentina, Suma de Geografía, Peuser, Tomo II, Buenos Aires.-
- 20 CABRERA, Ángel L. - 1.971 "Fitogeografía de la República Argentina". En: Boletín de la Sociedad Argentina de Botánica, Vol. XIV, N° 1 / 2, Buenos Aires.
- 21 CAILLEUX, A. y TRICART, j. - 1.962 "Zonas fitogeográficas e Morfoclimáticas Cuaternaria no Brasil", En: Boletim Geográfico, Conselho Nacional de Geografia, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Ano XX, N° 167, Rio de Janeiro.-
- 22 CAPITANELLI, Ricardo G. - 1.956 "Las clasificaciones y sus aplicaciones regionales", En: Boletín de Estudios Geográficos, Ed. Instituto de Geografía de la Universidad Nacional de Cuyo, Vol. III, n° 13, Mendoza.-
- 23 CAPITANELLI, Ricardo G. - 1.988 "Los ambientes naturales del Territorio Argentino", En: La Argentina Geografía General y los Marcos Regionales, Juan A. Roccatagliata (coordinador), Grupo Editorial Planeta, Buenos Aires.-
- 24 COZZO, Domingo.- 1.960 "Ubicación y riqueza de los bosques espontáneos de Pino Paraná (araucaria angustifolia) existentes en la Argentina", En: Revista Forestal Argentina, 4 (2).-
- 25 CRONQUIST, Arthur.- 1.977 "Introducción a la Botánica", Compañía Editorial Continental, México.-
- 26 CHEBATAROFF, Jorge.- 1.969 "Introdução au Estudo dos microclimas". En: Boletim Geográfico, Fundação IGBE, Instituto Brasileiro de Geografia, Ano 28, n° 211, Rio de Janeiro.-
- 27 CHIOZZA, E. y GONZÁLEZ VAN DOMSELAHR, Z. - 1.958 "Clima", En: La Argentina, Suma de Geografía, Peuser, Tomo II, Buenos Aires.-
- 28 DAUS, Federico.- 1.940 "Los bosques del Chaco", En: Revista Humanidades, ed. Universidad Nacional de la Plata, Tomo XXVIII, La Plata.-
- 29 DAUS, Federico y GARCÍA GACHE, R. - 1.945 "Geografía Física Argentina", Estrada, Buenos Aires.-
- 30 DAUS, Federico.- 1.957 "Geografía y Unidad Argentina", Nova, Buenos Aires.-



- 31 DE FINA, Armando y GARBOSKY, Antonio J. - 1.948 "Difusión geográfica de cultivos índices", Ministerio de Agricultura de la Nación, Dirección General de Investigaciones Agrícolas, Instituto de Suelos y Agrotecnia, Tirada interna n° 10, Bs. As.-
- 32 DE FINA, Armando y RAVELO, A. - 1.973 "Climatología y Fenología Agrícola", E.U.D.E.B.A., Buenos Aires.-
- 33 DE MARTONNE, Emmanuel.- 1.975 "Tratado de Geografía Física", Juventud, Tomo II y III, Barcelona.-
- 34 DEFINA, A. y RAVELO, A. 1.973 "Climatología y Fenología Agrícola", EUDÉBA, Buenos Aires.-
- 35 DERRUAU, Max.- 1.966 "Geomorfología", Ariel, Barcelona.-
- 36 DÍAZ, Emilio L. - 1.945 "Algunas investigaciones sobre circulación atmosférica", En: Anales de la Sociedad Argentina de Estudios Geográficos, Tomo VIII, Buenos Aires.-
- 37 DOS SANTOS, María Kuraci Zani.- 1.985 "Tendencias Contemporáneas dos Estudos Climáticos e Bioclimáticos no Brasil", En: Boletim de Geografia Teorética, Vol 15 N° 29/30, Associacao de Geografia Teorética, Rio Claro (SP) Brasil
- 38 DURAND-DASTES, François 1.972 "Climatología", Ariel, Barcelona.-
- 39 FASSBENDER, Hans W. - 1.975 "Química de los suelos", Editorial I.I.C.A., Torrialba, Costa Rica.-
- 40 FINCH, Vernor y TREWARTHA, Gleen T. - 1.954 "Geografía Física", Fondo de Cultura Económica, México.-
- 41 FLOHN, Herman.- 1.968 "Clima y Tiempo", Ed. Guadarrama, Madrid.-
- 42 FRITH, C.A. - 1.969 "Razones para la distribución geográfica de la Araucaria Angustifolia En: Boletín de la Asociación de Plantadores de Misiones (Argentina), 5: 20 - 22.-
- 43 FRITH, C.A. - 1.969 "El Pino Paraná (Araucaria Angustifolia) en Argentina", En: Boletín de la Asociación de Plantadores de Misiones (Argentina), 5:50-57
- 44 GALEGO, Lucy.- 1.970 "A climatología tradicional e dinamica", En: Boletim Geográfico, Ministerio de Planejamento e Coordinacion Geral, Fundação IBGE, Instituto Brasleiro de Geografia, Ano 29, N° 215, Rio de Janeiro.-
- 45 GEORGII, Walter.- 1.952 "Contribución a la Aerología Argentina", En: Anales del Departamento de Investigaciones Científicas, Ed. Universidad Nacional de Cuyo, Tomo I, Cuaderno N° 1, Mendoza.-
- 46 GOODY, Richard M. y WALKER, James C. G. - 1.975 "Las atmósferas", Omega, Barcelona.-
- 47 GOUROU, P. y PAPY, L. - 1.980 "Compendio de Geografía General", Rialp, Madrid.-
- 48 HAUMAN, L. y otros.- 1.947 "La vegetación de la Argentina, E. Coni, GAEA, Tomo VIII, Buenos Aires.-



- 49 HOFFMANN, José.- 1.971 "Frentes, masas de aire y precipitaciones en el norte argentino", En: Meteorológica, Revista del Centro Argentino de Meteorólogos Vol. II, Nº 1, 2 y 3, Buenos Aires.-
- 50 LACOSTE, Alain y SALANON, Robert.- 1.985 "Biogeografía", Oikos Tau, Barcelona--
- 51 LEET, L. Don y JUDSON, Sheldon 1.986 "Fundamentos de Geología Física", Ed. Limusa, México.-
- 52 MAACK, Reinhar 1.968 "Geografia Fisica do Estado do Parana" . Publicação sob os auspícios do banco de Desenvolvimento do Paraná, da Universidad Federal do Paraná e do Instituto de biologia y Pesquisas Tecnológicas, Curitiba.-
- 53 MONTEIRO, C. A. F. 1.976 "O clima e a organização do espaço no Estado de São Paulo: problemas e perspectivas", Instituto de Geografia da USP, Série Teses e Monografias Nº 28, São Paulo.-
- 54 PETTERSEN, Sverre 1.968 "Introducción a la meteorología", Espasa Calpe, Barcelona.
- 55 RICE, R.J. 1.983 "Fundamentos de Geomorfología", Paraninfo, Madrid.-
- 56 ROGERS, R.R. 1.977
- 57 SERRA, Adalberto "Climatologia do Brasil", Boletim Geografico N° 251, Ano 34, Secretaria de Oplanejamento da Presidencia da Republica, IBGE, Rio de Janeiro.-
- 58 SERRA, Adalberto 1.953 "Circulação Superior", Revista Brasileira de Geografia, Ano XV, n° 4, Rio de Janeiro.-
- 59 SERRA, Adalberto 1.975 "Climatología do Brasil -5- Temperatura do Ar", Boletim Geografico, N°247, Ano 34, Secretaria de Planejamento da Presidencia da Republica, IBGE, Rio de Janeiro.-
- 60 SERRA, Adalberto 1.975 "Climatología do Brasil", Boletim Geografico N°244, Ano 34, Secretaria de Planejamento da Presidencia da Republica, IBGE, Rio de Janeiro.-
- 61 SERRA, Adalberto 1.975 "climatologia do Brasil -4-", Boletim Geografico N° 246, Ano 33, Secretaria de Planejamento da Presidencia da Republica, IBGE, Rio de Janeiro.-
- 62 SERRA, Adalberto 1.976 "Climatologia do Brasil -8-", Boletim Geografico, N° 250, Ano 34, Secretaria de Planejamento da Presidencia da Republica, IBGE, Rio de Janeiro.-
- 63 SERRA, Adalberto 1.977 "climatologia do Brasil", Boletim Geografico N°253, Ano 35, Secretaria de Planejamento da Presidencia da Republica, IBGE, Rio de Janeiro.-
- 64 SERRA, Adalberto 1.977 "Climatologia do Brasil -10-, Boletim Geografico N° 252, Ano35, Secretaria de Planejamento da Presidencia da Republica, IBGE, Rio de Janeiro.-



- 65 SERRA, Adalberto 1.977 "Climatologia do Brasil -13-", Boletim Geografico N° 255, Ano 35, Secretaria de Planejamento da Presidencia da Republica, IBGE, Rio de Janeiro.-
- 66 STRAHLER, Arthur y STRALER, Alan 1.989 "Geografia Física", Omega, Barcelona.-
- 67 TAVARES, Antonio Carlos 1.977 "A abordagem climática local. O exemplo de Campinas - SP-", Boletim de Geografia, Vol. 7, N° 14, AGETEO, Rio Claro (SP).-
- 68 TAVARES, Antonio Carlos 1.978 "Considerações sobre la teria do turbilhao e aplicacao aos estudos de calhas". Boletim de Geografia Vol 3, N° 5, Sao Paulo.-
- 69 VIANELLO, Rubens Leite 1.976 "Indicios de mudança climatica causada por desmatamento - Municipiode Juiz Fora - Minas Gerais", Boletim Geografico N° 251, Ano 34, Secretaria de Planejamento da Presidencia da Republica, IBGE, Rio de Janeiro.-
- 70 WHATELY, Maria Helena 1.979 "Notas sobre meteorização", Revista Brasileira de Geografia N° 1/2, Ano 41, Secretaria de Planejamento da Presidencia da Republica, Fundação Instituto Brasileiro de Geografia, Rio de Janeiro.-

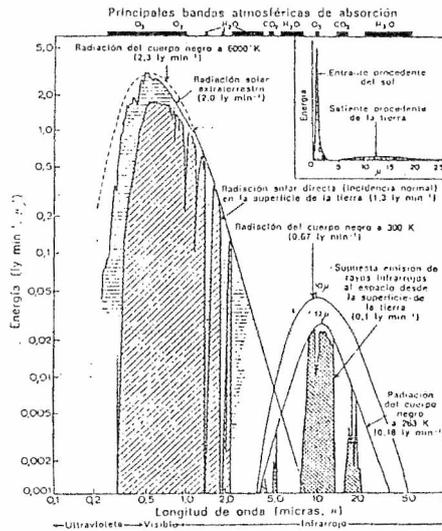
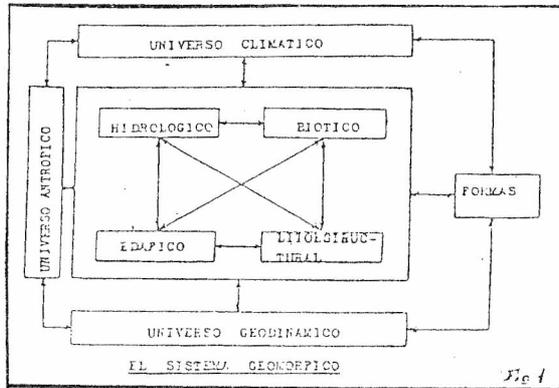


Fig 2 Representación logarítmica de la distribución espectral de la radiación solar y terrestre, junto con las principales bandas atmosféricas de absorción. La radiación del cuerpo negro a 6000°K es la proporción del flujo de energía incidente en la parte superior de la atmósfera. En el recuadro aparecen representadas las mismas curvas para la radiación incidente y reflejada, con la longitud de onda expresada aritméticamente (principalmente según Sellers, 1965).

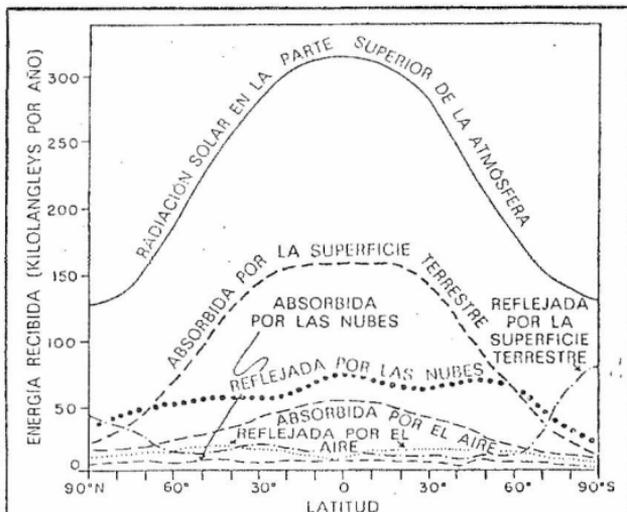


Fig 4 Distribución media anual de la radiación solar según la latitud (en kilolangleys: 1 kilolangley = 1000 cal/cm²). Del 100 % de radiación que penetra en la capa superior de la atmósfera, un 23 % es reflejada de nuevo al espacio por las nubes, un 6 % por el aire (y además el polvo y el vapor de agua) y un 7 % por la superficie de la tierra. Las nubes absorben un 3 %, el aire un 14 % y la tierra un 47 % (de Sellers, 1965).

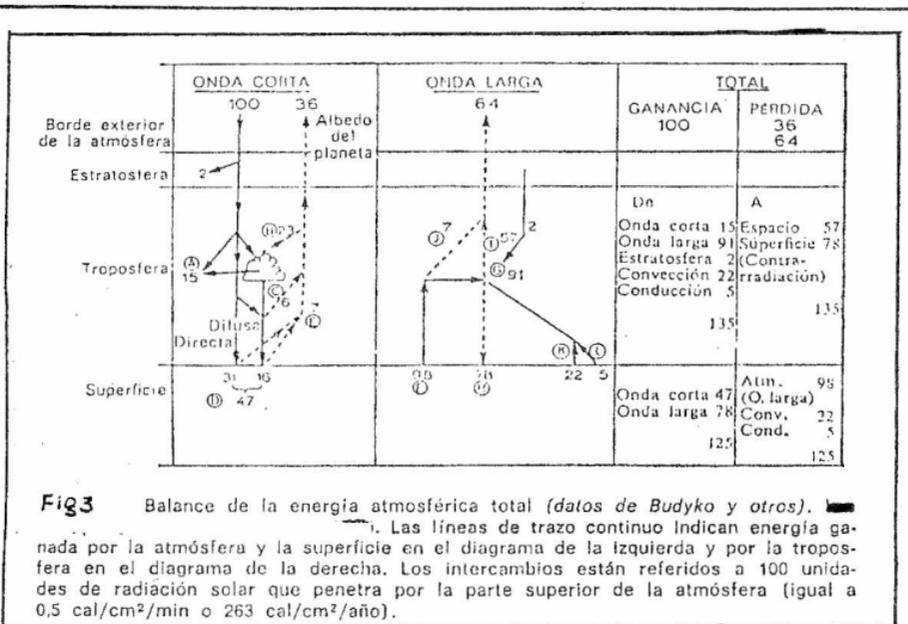
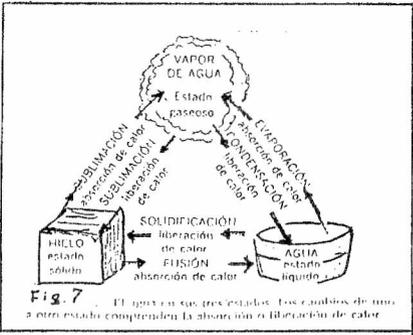
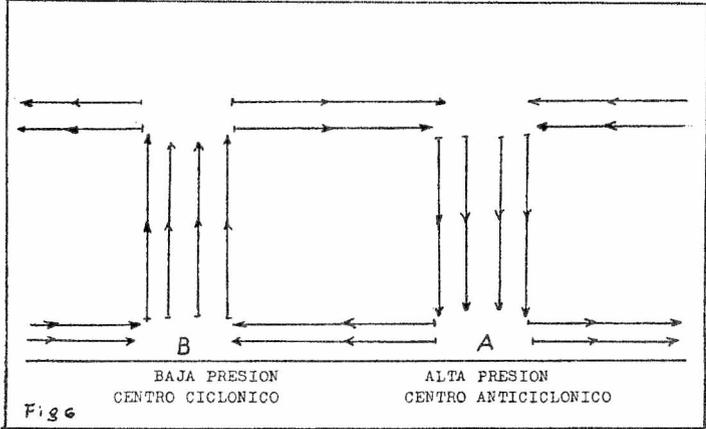
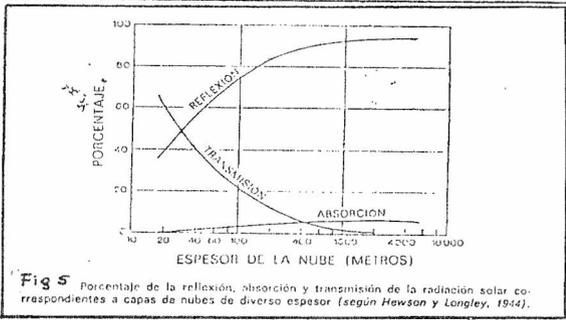


Fig3 Balance de la energía atmosférica total (datos de Budyko y otros). Las líneas de trazo continuo indican energía ganada por la atmósfera y la superficie en el diagrama de la izquierda y por la troposfera en el diagrama de la derecha. Los intercambios están referidos a 100 unidades de radiación solar que penetra por la parte superior de la atmósfera (igual a 0,5 cal/cm²/min o 263 cal/cm²/año).



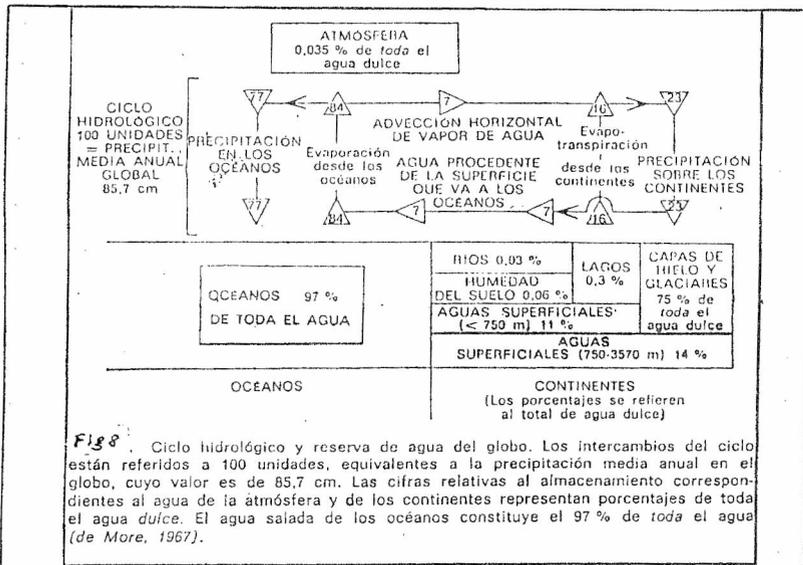
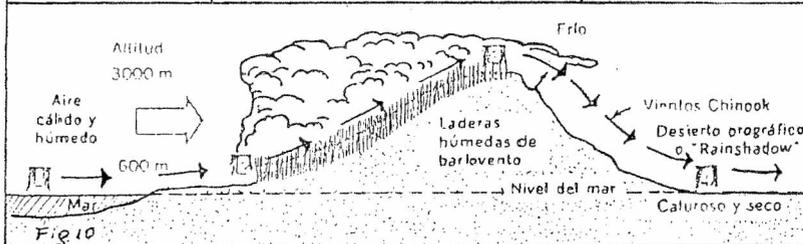
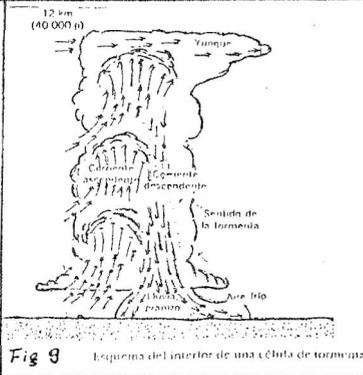


Fig 8. Ciclo hidrológico y reserva de agua del globo. Los intercambios del ciclo están referidos a 100 unidades, equivalentes a la precipitación media anual en el globo, cuyo valor es de 85,7 cm. Las cifras relativas al almacenamiento correspondientes al agua de la atmósfera y de los continentes representan porcentajes de toda el agua dulce. El agua salada de los océanos constituye el 97 % de toda el agua (de More, 1967).



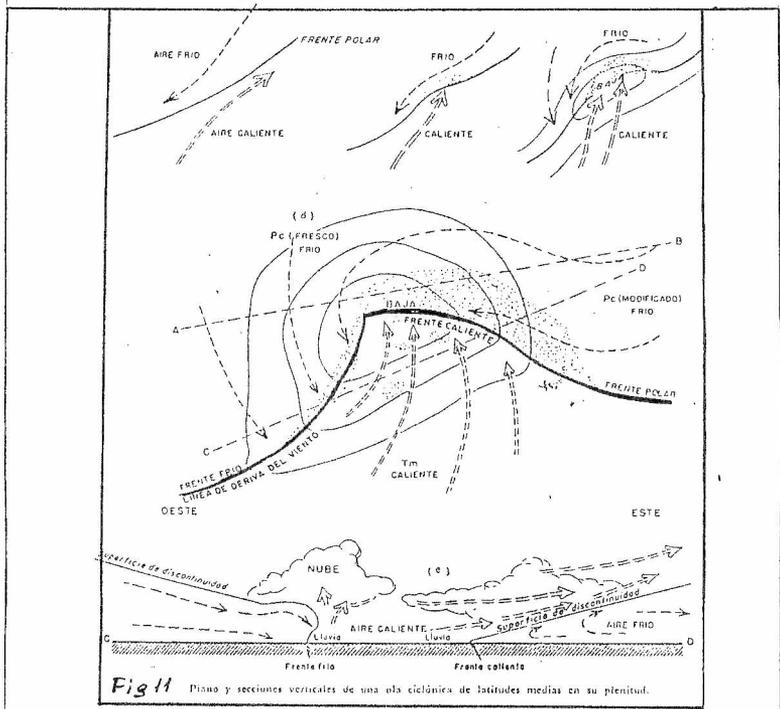


Fig 11 Plano y secciones verticales de una ola ciclónica de latitudes medias en su plenitud.

FUENTES:

- FIG. 1 : POPOLISIO, Elicso 1.906 "Influencia del sistema geomorfológico en las crecientes e inundaciones del Nordeste Argentino", Geociencias XIV, C.G.A, U.N.R.E., Resistencia.-
- FIG. 2; 3; 4; 5; 8; : Darry, R. G. y Chorley, R. J. 1.900 "Atmósfera, tiempo y clima", Omega, Barcelona.-
- FIG. 7 y 9: STRAHLER, Arthur y STRAILER, Alan 1.989 "Geografía Física", Omega, Barcelona.-
- FIG. 10 y 11: FINCH, Vernor C. y TREWANTHA, Glenn T. 1.954 "Geografía Física", Fondo de Cultura Económica, México.-