

# LAS GRANDES TORMENTAS LOCALES

La inestabilidad atmosférica existente en la zona intertropical se manifiesta en una serie de movimientos y cambios que originan una variada gama de fenómenos. La existencia de bajas presiones o áreas ciclónicas donde convergen vientos húmedos y cálidos, desencadena y explica una serie de fenómenos meteorológicos, algunos de los cuales por su magnitud y efectos son causas de lamentables catástrofes naturales que afectan diversos espacios geográficos, con sus respectivos secuelas de destrucción y pérdidas tanto materiales como humanas:

## 1. LOS FUERTES TEMPORALES LOCALES

Como su nombre lo indica estos fenómenos se limitan a espacios geográficos relativamente pequeños. La presencia de un temporal se caracteriza básicamente por:

- a) *la existencia* de lluvias persistentes, prácticamente las 24 horas durante varios días; su intensidad puede ser variable;
- b) *un techo de nubes bajas*: el cielo permanece cubierto durante muchos días; y
- c) *descenso de la temperatura a valores mínimos*

Existen varias causas que explican la presencia de estos fenómenos, entre las cuales se citan:

- a) la cercanía de un huracán, generalmente localizado en algún lugar del mar Caribe; b) la formación de pequeñas depresiones o burbujas de bajas presiones, que constituyen áreas de disturbio o inestabilidad atmosférica. Tales depresiones siempre están asociadas a mal tiempo (lluvia, tormentas, borrascas, etc.).

### Temporales en el Caribe

Según hemos visto, en Costa Rica se originan temporales tanto en el sector del Caribe como en el Pacífico, pero, por su situación, el primero es el más afectado; incluso es uno de los sectores más lluviosos de país.

La fachada caribeña, está expuesta normalmente a *grandes temporales que tienden a producirse entre los meses de junio y febrero* y que tienen como causa principal: a) el desplazamiento de frentes fríos; b) el bloqueo de los alisios y c) el efecto periférico de los huracanes.

#### a) *Desplazamientos de frentes fríos*

Algunos anticiclones de América del Norte se desplazan hacia el sur y llegan incluso hasta América Central; aquí entran en contacto con *la vanguardia ecuatorial*, es decir, un área estrecha y alar-

gada de convergencia de bajas presiones, que produce una gran actividad nubosa. (Vea figura 31).

La convergencia o choque de masas de aire frío procedentes del norte de América, con las masas cálidas intertropicales es lo que se llama un *frente frío*.

Las masas de aire frío son más pesadas que las cálidas, por esto las segundas se elevan por sobre las masas frías.

Esto origina perturbaciones atmosféricas caracterizadas por violentas tormentas. Cuando esta línea de convergencia se desplaza sobre Costa Rica, las lluvias arrecian en nuestro país, pues se está en el sector más crítico del temporal. (Vea figura 32).

Estas masas de origen polar se desplazan a través del mar Caribe entre los meses de noviembre y febrero; esto explica el porqué noviembre y diciembre son los meses más lluviosos en la vertiente del Caribe. Por otra parte, estos embates de masas de aire frío son causantes de las bajas temperaturas durante estos meses, sobre todo en la región central de nuestro país.

#### b) Bloqueo de los alisios

Según vimos, otra causa importante de los temporales en el Caribe es un *efecto de bloqueo a la dirección del alisio por parte del sistema montañoso* que junto con la formación de estratos nubosos estables en la baja atmósfera, da como resultado último un temporal local. Este fenómeno se produce cuando masas de aire húmedo y cálido provenientes del Caribe entran en contacto con el litoral costarricense y son obligadas a elevarse al chocar con el sistema montañoso. Este hecho provoca: a) un *contraflujo* con lo cual se forma un gran manto nuboso que se estabiliza en ese lugar y b) un *ascenso de la otra porción de la masa de aire*, por lo cual rápidamente se enfría.

Ambos hechos confluyen para dar lugar a un período de intensas precipitaciones. (Vea figura 33).

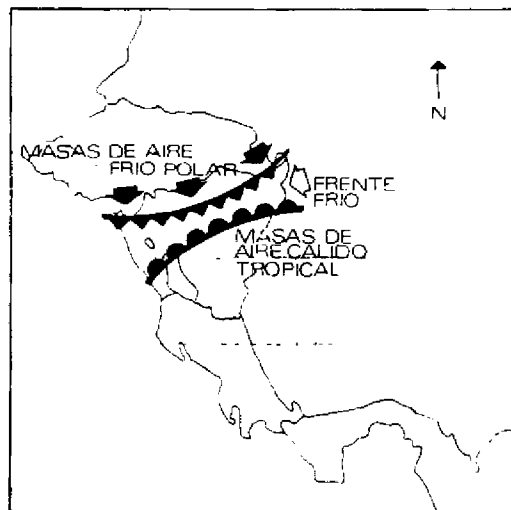


FIGURA 31. DESPLAZAMIENTO DE UN FRENTE FRÍO. Las masas de aire frío (polares) que se desplazan del norte de América hacia el sur, encuentran en determinado momento masas cálidas tropicales, lo cual origina un frente frío, que ocasiona un temporal en gran parte de la costa caribeña de América Media.

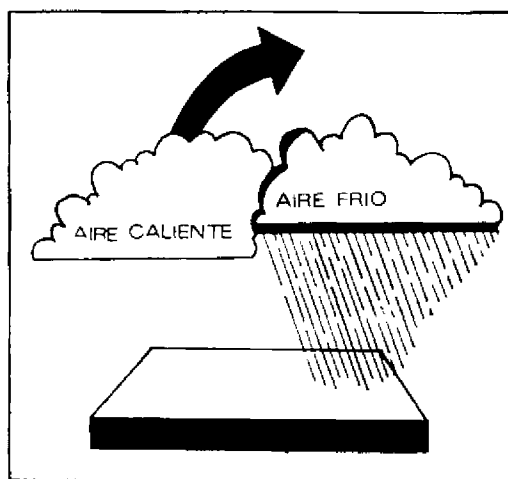


FIGURA 32 CHOQUE DE MASAS DE AIRE. Observe cómo el choque de masas de aire de diferente temperatura y presión origina una línea de convergencia que se caracteriza por una gran actividad lluviosa.

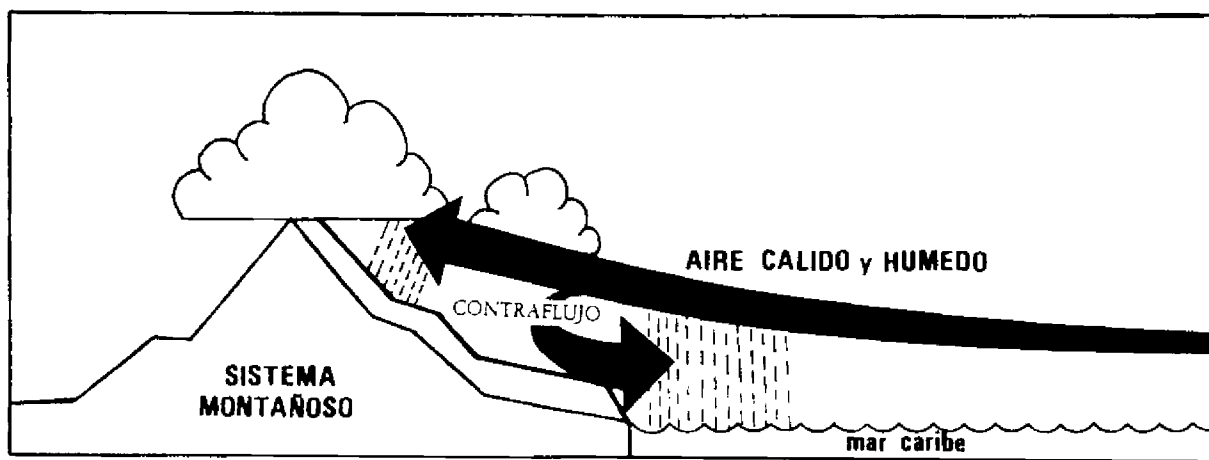


Figura 33 BLOQUEO DEL ALISIO. Una temperatura crítica alrededor de 27°C, la posición del sistema montañoso y la formación de un manto nuboso a baja altura, determinan un contraflujo de aire húmedo que produce un temporal en el Caribe.

c) El efecto periférico de los huracanes

Como hemos visto, el huracán tiene, además de la parte central, un área que denominamos periferia de la cual se desprenden lenguas de masas nubosas y vientos, cargados de humedad que provocan intensas precipitaciones y que pueden durar varios días; normalmente este período es acompañado por ráfagas de vientos que pueden alcanzar de 100 a 120 km/h. Este fenómeno, aunque menos frecuente, también es observable en el litoral del Pacífico, particularmente cuando desde este océano soplan vientos procedentes del suroeste, que afectan notablemente el sector sur de Costa Rica.

Por lo tanto, se puede deducir que una serie de condiciones meteorológicas muy complejas y relacionadas unas con otras, explican la presencia de temporales en el sector caribeño de Costa Rica (Vea figura 34).

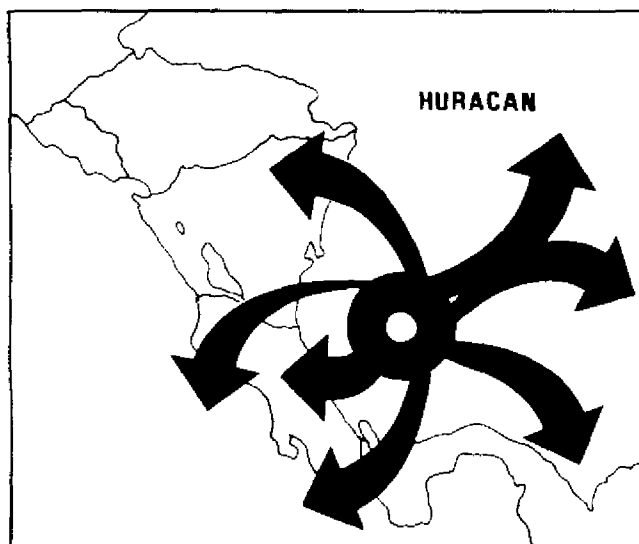


FIGURA 34. EFECTO PERIFÉRICO DE UN HURACAN. La presencia de un huracán frente a las costas caribeñas del país produce un fuerte temporal. De él, se desprenden una serie de lenguas, algunas de éstas logran pasar incluso a la vertiente del Pacífico, originando un fuerte temporal llamado "de efecto periférico de un huracán".

Temporales en el Pacífico

En este litoral también se producen temporales, que ocurren entre los meses de mayo y noviembre, con predominio en setiembre y octubre. En este sector por lo menos dos hechos explican el fenómeno:

- a) la presencia de un disturbio ciclónico cercano a la costa del Caribe, y
- b) el efecto periférico de un huracán (ya analizado).

Disturbio ciclónico

El desplazamiento hacia el Pacífico de masas de aire producto de un disturbio ciclónico y el encuentro con mantos nubosos que forman la zona

de convergencia intertropical o vaguada ecuatorial originan un temporal en la vertiente del Pacífico. (Vea figura 35).

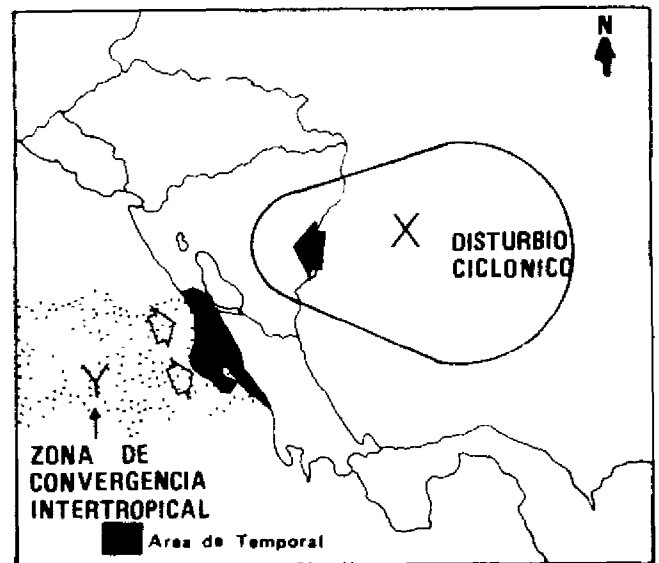


FIGURA 35. ESQUEMA BASADO EN LA RADIOFOTO DEL TEMPORAL QUE AZOTO AL PAÍS DEL 22 AL 24 DE MAYO DE 1982. Observe del desplazamiento del disturbio ciclónico (X) el cual se mueve a través del territorio nicaraguense hasta chocar finalmente con la zona de convergencia intertropical (Y). La diferencia de presión, temperatura, y humedad en dichas masas produce vientos provenientes del suroeste, o sea que se desplazan desde el océano Pacífico hasta el territorio costarricense y originan un temporal local en dicha vertiente.

El disturbio ciclónico se origina por el desplazamiento de una masa de aire proveniente del Caribe, la cual atraviesa el territorio nicaraguense, hasta encontrarse y chocar con masas de aire de la vaguada ecuatorial estacionada en ese momento a la altura de Costa Rica. Estas masas, al poseer condiciones de presión, temperatura y humedad diferentes, originarán vientos provenientes del suroeste, que se desplazan desde el océano Pacífico hacia el territorio costarricense y dan lugar así a intensas precipitaciones que en ocasiones están acompañadas de vientos que pueden sobrepasar los 80 km/h.

El jefe del Departamento Meteorológico, desde la mañana de ayer (sic), paso el siguiente informe al Ministerio de Gobernación, para que se tomen las providencias del caso:

"... El temporal que afecta al territorio nacional desde el martes en la tarde, posiblemente dure 4 ó 5 días más con tendencia a intensificarse hoy y mañana. Las partes más afectadas serán la costa del Pacífico, desde el Guanacaste hasta el extremo sur de Golfito. Mucha vigilancia debe mantenerse en las poblaciones situadas en la costa en el momento de las mareas altas

LA NACION, viernes 14 de octubre de 1955

Los temporales en toda la vertiente del Pacífico, han arreciado causando daños muy graves.

Ayer se recibieron muchas informaciones de lugares alejados del país, que dan cuenta de la situación imperante.

Los informes suministrados por las autoridades completan el cuadro: llueve entonces en toda la costa del Pacífico hasta Osa, de manera que el peligro persiste.

LA NACION, martes 7 de octubre de 1969

Fuentes oficiales confirmaron ayer que asciende a diez el número de víctimas como consecuencia de los graves daños ocasionados por el fuerte temporal que azota a todo el territorio nacional. Las muertes se han producido a causa de los desbordamientos de algunos ríos en la zona sur del país y en Guanacaste.

También los deslizamientos de lodo y piedra han ocasionado considerables víctimas, entre éstas, 25 heridos.

LA REPUBLICA, miércoles 8 de octubre de 1969.

### Consecuencia de los temporales

Los temporales constituyen fenómenos naturales que muchas veces tienen efectos muy serios en la población y la economía de la nación; el primer peligro de los temporales lo constituyen los fuertes aguaceros durante un período relativamente largo; el segundo resultado, inmediato del primero, serán las inundaciones, cuyas secuelas destructoras se dejan sentir, sobre todo en las áreas bajas o llanuras y en las áreas urbanas cercanas a los cauces o desagües de los ríos. Estos sectores urbanos en la mayoría de los casos constituyen espacios de crecimiento exponencial, utilizados por sectores de la sociedad de muy escasos recursos (tugurios, precaristas, etc.); las pérdidas materiales casi siempre son muy significativas.

Las pérdidas económicas por un fenómeno de este tipo son cuantiosas: la erosión del suelo; el virtual lavado de campos recién sembrados; pérdidas por recolecta tardía de cosechas, daños de productos almacenados en lugares inadecuados; pérdida de peso o muerte del ganado, destrucción de puentes, carreteras, líneas férreas; eventuales avalanchas por destrucción de presas, diques y estanques; tales son algunos de los daños causados por los temporales en nuestro país. A lo anterior se agregan graves pérdidas en vidas humanas.

### Prevención de los temporales locales

El hombre por medio de su ingenio y el desarrollo tecnológico ha ideado una serie de meca-

nismos de defensa contra las adversidades, algunas veces ha fracasado; en otras ha tenido éxito.

Indudablemente que el aspecto *principal frente a los fenómenos naturales es su predicción*, es decir, precisar con acierto su proximidad. En el caso particular de los fenómenos meteorológicos se hace indispensable contar con buenos registros de datos en todo el país, pues el pronóstico del tiempo tanto a corto, como a mediano y largo plazo, adquiere un enorme significado en la advertencia de dichos fenómenos. En la actualidad, existe un intercambio de datos meteorológicos entre los diferentes países del mundo; esto ha permitido a los científicos, sobre todo en los últimos años, hacer estudios más precisos y entender mejor la compleja mecánica de la atmósfera, especialmente en nuestro medio intertropical. Hoy, gracias a los esfuerzos hechos, es posible prevenir a la población sobre ciertos fenómenos naturales de origen atmosférico como los huracanes, o los temporales. Sin embargo, aún queda mucho por estudiar e investigar.

Pero surge otra interrogante: *¿Estamos preparados debidamente, por lo menos en lo que se refiere a nuestro país, para afrontar un fenómeno natural tal como un fuerte temporal?*

Por las experiencias que ha tenido el país, no parecen existir políticas definidas en cuanto a enfrentar estos fenómenos; si bien es cierto, existen algunos lineamientos muy generales en ese sentido, se requiere de una planificación regional y sectorial acorde con las probabilidades de riesgo. La consecuencia más palpable de estos fenómenos son las inundaciones, aspectos que analizaremos en la sección correspondiente.

## 2. LOS TORNADOS

Además de los disturbios atmosféricos anteriormente analizados —huracanes y temporales— tenemos *los tornados*.

Los grandes contrastes de temperaturas, humedad y otros componentes climáticos, posibilitan la formación de frentes, los cuales, a su vez, pueden originar disturbios ciclónicos.

Uno de estos disturbios son *los vórtices ciclónicos* en los cuales el aire gira rápidamente en forma de espiral sobre un eje casi vertical. La gran fuerza presente en el choque de masas de aire de diferente temperatura y humedad genera una gran cantidad de energía, lo cual origina fenómenos muy variados en cuanto a intensidad y tamaño, desde pequeños remolinos *llamados turbulencias*, hasta *tornados y huracanes*; en todos los casos se producen lluvias y se desencadenan fuertes vientos que, la mayor parte de las veces, causan lamentables pérdidas económicas y humanas.

### ¿Qué son los tornados?

*Los tornados* son tormentas que se originan a partir del choque entre capas de aire con características contrastantes de temperatura y humedad,

en un área relativamente pequeña y que ocasionan una gran inestabilidad, produciendo un centro de bajas presiones, en donde convergen vientos y de donde va a fluir una enorme cantidad de aire en forma vertical (convección). (Vea figura 36).

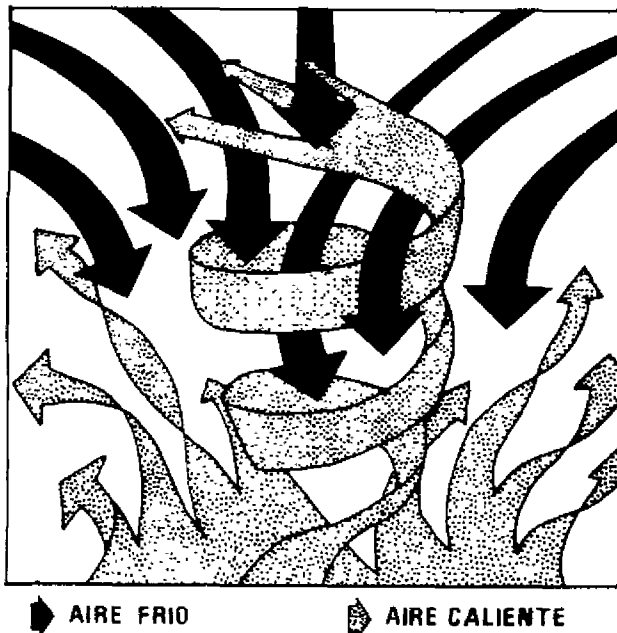


FIGURA 36. COMO SE FORMA UN TORNADO. Observe que el aire caliente empieza a ascender en espiral, rodeado de un aire más frío que trata de introducirse en aquel.

Los tornados se suelen formar en los grandes cumulonimbos de la *línea de turbonada* que precede al paso de un frente frío (Vea figura 37).

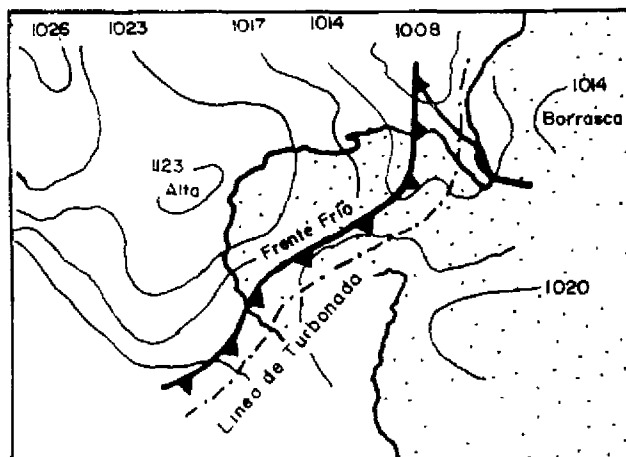


FIGURA 37 MAPA DE TIEMPO. En el mapa, observe una línea de turbonada, que precede a veces a un frente frío, a lo largo de la cual se producen violentas tormentas.

#### Características de un tornado

Algunas características típicas de un tornado son: a) abarcan áreas estrechas: por lo general, el ancho promedio es de 800 a 1000 metros; b) su acción destructiva es enorme; c) la trayectoria o recorrido es muy variable: puede ir desde un cen-

tenar de metros, hasta varios kilómetros, e incluso, algunos apenas se mueven; ch) su duración varía desde pocos minutos o una o dos horas.

Los tornados pueden desarrollarse *en tierra firme o en el mar*. Los primeros reciben el nombre específico de *tornados* y los otros se denominan *trombas marinas* que se caracterizan por estar constituidas por agua y vapor de agua. Las trombas marinas suelen ser menos destructivas por la naturaleza del espacio que afectan.

Después del paso de un tornado, las consecuencias son lamentables: construcciones destruidas, tendidos eléctricos derribados, campos de cultivo arrasados, animales muertos, etc.

Se han tenido experiencias curiosas en un tornado, como la lluvia de ranas o peces, que han sido aspirados de ríos o lagunas y desplazados a grandes distancias.

Los tornados son quizás la tormenta más temida por su poder destructivo; su predicción es difícil por lo súbito del hecho, una vez que se tiene información de la presencia de un tornado, se le sigue la pista por medio de un radar y sólo entonces es posible poner en alerta a la población por donde eventualmente se desplazará el fenómeno.

En Costa Rica con alguna frecuencia se presentan pequeños tornados que reciben el nombre de turbulencias o remolinos, sobre todo en los meses más cálidos y húmedos del año; la inestabilidad da paso a un fuerte proceso de convección o movimientos verticales que provocan la formación de grandes nubes y núcleos de baja presión, de los cuales parten vientos a grandes velocidades que, afortunadamente, se dejan sentir en espacios geográficos muy pequeños. En ocasiones la topografía del lugar condiciona la trayectoria del fenómeno.

Nuestro país, aunque ha alcanzado un buen nivel en la obtención de información meteorológica, aún no cuenta con el equipo técnico apropiado para predecir estos fenómenos, que han causado pérdidas materiales significativas.

"Un tornado destechó ayer tarde diez viviendas en la localidad de San Pablo de Barva de Heredia comunicó la Cruz Roja...  
...Los mayores daños se registraron en un sector a 300 metros al norte del templo católico de San Pablo.  
...la testigo del fenómeno especificó que la zona quedó convertida en una verdadera oscuridad aterradora por espacio de 20 minutos"

LA REPUBLICA, setiembre de 1983

### 3. TORMENTAS ELECTRICAS Y TRONADAS

Una de las características de la atmósfera es la existencia de cargas eléctricas libres, que cuando tienen alguna importancia forman campos eléctricos

Por causa del recalentamiento de la superficie del suelo, grandes masas de aire se ponen en movimiento ascendente y, por la alta humedad evaporada, generan una nube de grandes dimensiones verticales llamada *cúmulonimbus*.

Esta se presenta con la apariencia de una *gigantesca coliflor*, de un blanco brillante en la parte superior y de un color muy oscuro, a veces, en la base. En el interior del cúmulonimbo se desarrollan fuertes corrientes de aire caliente ascendente y corrientes de aire frío descendente. Esta dinámica genera en el interior de la nube campos eléctricos negativos y positivos (Vea figura 38 a, b, c).

Estas nubes producen importantes cambios en el comportamiento eléctrico de la atmósfera y en este sentido podemos afirmar que los cúmulonimbos son enormes generadores eléctricos naturales. La disposición de cargas eléctricas en este tipo de nubes se encuentra distribuida en dos sectores: *las cargas positivas* en la parte superior, en tanto que en la inferior, se localizan *cargas negativas*. En el proceso de separación de cargas se afirma que intervienen las partículas de agua y hielo existentes en las nubes.

La tensión entre cargas eléctricas opuestas crece a medida que estos núcleos aumentan, hasta que se produce una chispa, la que origina *el rayo o relámpago*, que es una descarga eléctrica muy breve, la cual genera una alta cantidad de calor, produciendo una violenta expansión de aire y provocando una serie de ondas de compresión, que se transmiten en todas direcciones. El ruido que ocasiona esta explosión es lo que conocemos como

*trueno*. El fenómeno luminoso que genera la explosión antes indicada es lo que llamamos *rayo o relámpago*.

El primero se produce cuando la descarga alcanza la superficie de la Tierra; el segundo, en cambio, cuando su desarrollo se da exclusivamente en la atmósfera. El desfase en la percepción entre el rayo y el trueno se explica por la diferencia de velocidad entre la luz y el sonido (300 000 kilómetros/seg. y 333 metros/seg., respectivamente).

Estos fenómenos atmosféricos son bastantes comunes: a) en los océanos tropicales, donde domina el tipo de masas de aire ya indicadas, como sucede en el Pacífico y en el Caribe; b) en las sierras volcánicas y cordillera de Talamanca, donde se origina por la ascensión de masas de aire sobre las laderas y frentes montañosos; aquí es muy frecuente este tipo de actividad.

Por lo general, estas tormentas se presentan después de que la temperatura del aire ha alcanzado su máximo valor diario, es decir, alrededor de las catorce horas.

Cuando el fenómeno adquiere grandes proporciones en cuanto a intensidad y duración, estamos en presencia de lo que comúnmente se denomina una *tormenta eléctrica y una tronada*.

#### Etapas de una tormenta eléctrica

La primera etapa de formación se caracteriza por la existencia de corrientes cálidas de aire ascendente.

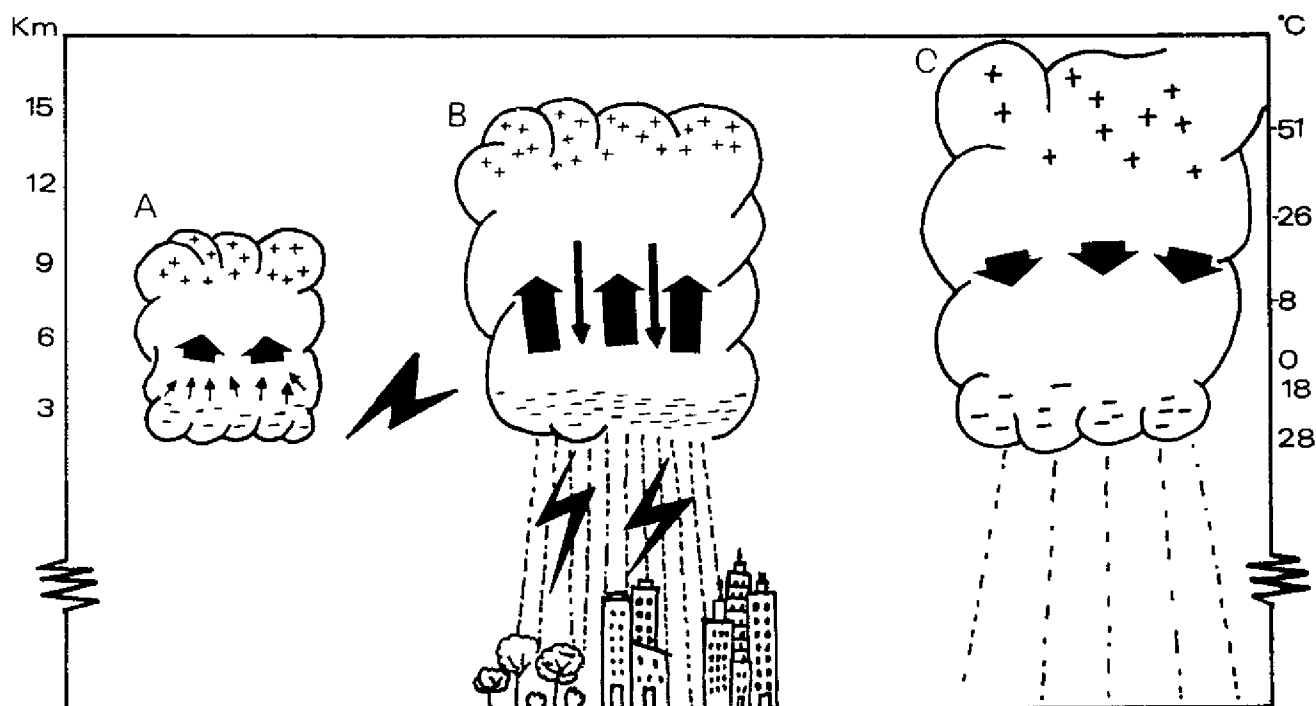


Figura 38 ETAPAS DE UNA TORMENTA ELECTRICA. Observe cómo la primera etapa (38A) se caracteriza por la existencia de corrientes ascendentes de aire, y corresponde a la fase de formación. La segunda etapa (38B) corresponde a la madurez de la tormenta. La lluvia y la actividad eléctrica son muy fuertes. Finalmente encontramos una etapa de disipación (38C) en donde dominan los movimientos descendentes. La lluvia y la actividad eléctrica disminuyen hasta desaparecer.

En este momento domina la presencia de un manto de nubes de tipo cúmulos. (*Vea figura 38a*).

La etapa siguiente, corresponde a la madurez de la tormenta; los cúmulos se han transformado en cúmulonimbos que logran su máximo desarrollo, y pueden alcanzar hasta 14 km de altura; en esta etapa la lluvia es intensa, lo mismo que la actividad eléctrica, la cual es percibida en un radio bastante grande. Este fenómeno siempre está acompañado por la formación de granizo, pero só-

lo en algunas ocasiones tal tipo de precipitación logra alcanzar la superficie de la Tierra. En Costa Rica las tormentas de granizo son poco frecuentes y prácticamente no causan ningún daño (*Vea figura 38b*).

La etapa final de la tormenta ocurre cuando los movimientos descendentes dominan sobre los ascendentes; la lluvia disminuye lo mismo que la actividad eléctrica, terminando por desaparecer totalmente. (*Vea figura 38c*).