

Elementos importantes para la formación de una tormenta

Las tormentas son el resultado de la convección que forma los cúmulos. El ingrediente principal de la convección en los cúmulos es el aire húmedo, más cálido que su entorno, que asciende debido a su menor densidad respecto del aire que lo rodea. Cuando esa burbuja de aire ascendente se enfría hasta su punto de saturación, se forma un cúmulo, es decir, una célula convectiva. La formación de tormentas es probable cuando hay suficiente humedad, inestabilidad y ascenso.

Existen muchas posibles fuentes de humedad para la formación de las tormentas, como los cuerpos de agua grandes, la humedad acumulada en la superficie después de una tormenta anterior, la evaporación de suelos húmedos y la evapotranspiración de la vegetación.

Decimos que la atmósfera es inestable si una burbuja elevada sigue ascendiendo. Esto es más probable cuando la troposfera media a alta es fresca (más densa) y la atmósfera inferior es cálida o húmeda (menos densa).

El ascenso que desencadena la convección puede tener varios orígenes, como el calentamiento de la superficie terrestre, los frentes, la topografía, las líneas secas, las brisas marinas, el frente de racha de una tormenta anterior, la convergencia en niveles bajos y la divergencia en altura.

Para medir el potencial de formación de tormentas, los meteorólogos recurrimos a diversos índices de estabilidad, como el índice de elevación (o de ascenso), que se conoce por sus siglas en inglés, LI (Lifted Index). En la figura 1 se muestra la determinación del índice de elevación es dado por la diferencia entre la temperatura observada en el nivel de 500 hPa y la temperatura de una burbuja cerca de la superficie que asciende adiabáticamente hasta dicho nivel. Cuanto más estable sea la atmósfera, tanto más negativo será el valor de LI.



Figura 1. Determinación del índice de elevación. Fuente: Comet.

Este sondeo, para el cual se calcula un valor de LI de -6, favorece la formación de tormentas. El perfil atmosférico tiene el potencial de ser inestable porque presenta una inversión en los niveles bajos encima de una capa húmeda y cálida cerca de la superficie.

Conforme el calentamiento debajo de la inversión se intensifica, cualquier ascenso de la capa producirá saturación en su límite inferior, que se enfría más despacio que la parte superior. El resultado es una mayor inestabilidad, convección vigorosa y la erosión de la inversión.

Otro parámetro de estabilidad de uso difundido es la energía potencial convectiva disponible (o CAPE, por las siglas del inglés Convective Available Potential Energy), que indica la cantidad de energía de empuje hidrostático disponible para una burbuja que acelera hacia arriba, el cálculo de dicho parámetro se muestra en la figura 2. En este diagrama termodinámico, la región resaltada en naranja (positiva) entre el nivel de convección libre (NCL) y el nivel de equilibrio (NE) representa la CAPE.

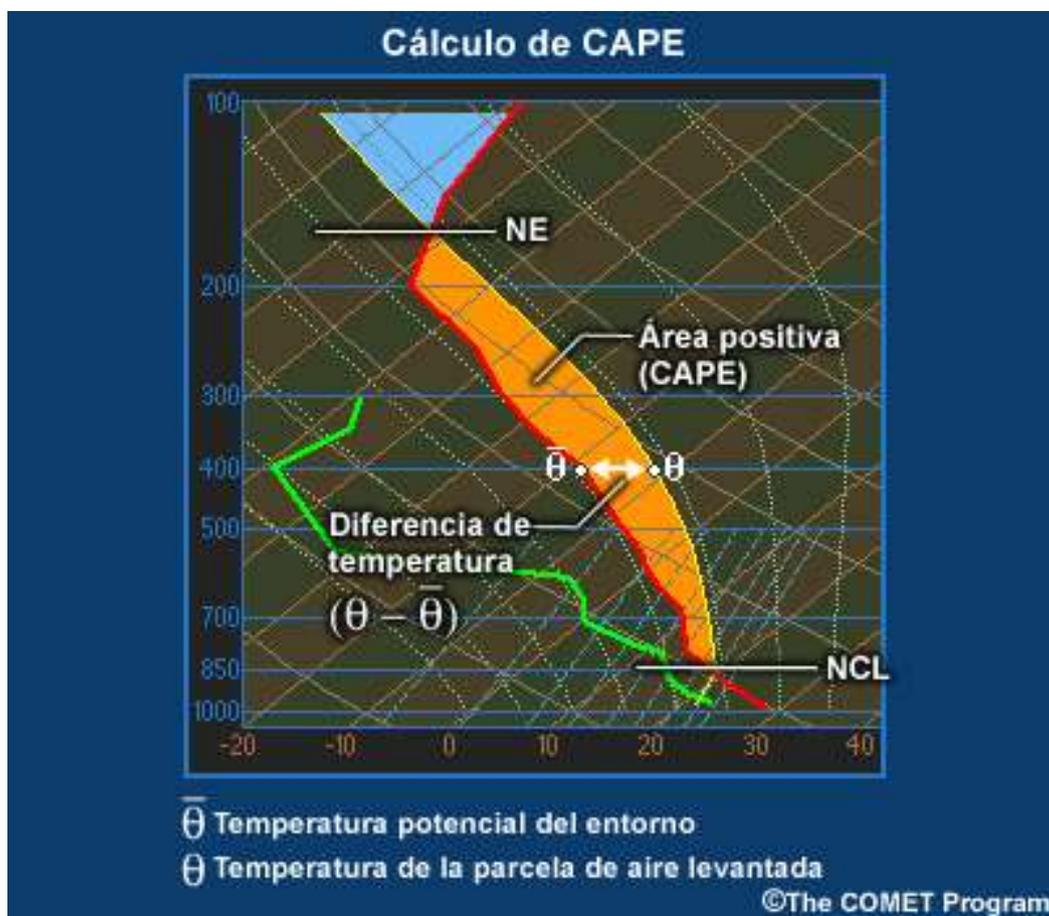


Figura 2. Cálculo del CAPE. Fuente: Comet.

Cuanto más alto sea el valor de CAPE, tanto mayor será el potencial de formación de tormentas fuertes e incluso severas. En el trópico, los valores típicos de CAPE son mucho más bajos que en las latitudes medias, excepto en los sistemas convectivos de mesoescala más intensos.

Elementos para la formación de tormentas severas

Según la definición del NWS, se consideran severas las tormentas que producen tornados, vientos de 25 m s^{-1} (50 kt) o más o granizo de un diámetro mínimo de 25 mm. Si bien es cierto que en términos generales la mayor frecuencia de convección profunda a nivel mundial se observa en las regiones tropicales, el tiempo severo ocurre principalmente en ciertas regiones tropicales continentales y rara vez sobre los océanos tropicales. Para comprender el motivo, consideremos los ingredientes que conducen a su formación.

Los tornados violentos requieren una corriente ascendente muy intensa (CAPE alta) y mucha cizalladura del viento en niveles bajos, algo común en los entornos marcados por fuertes gradientes de temperatura y humedad, como los frentes. En el trópico son más comunes los tornados débiles que se forman a lo largo de los límites entre masas de aire en la baja troposfera.

Típicamente, los vientos de superficie en línea recta que causan daños son provocados por el aire que desciende de una capa seca en la troposfera media a baja. La capa seca estimula la fusión y el enfriamiento evaporativo de los hidrometeoros, lo cual acelera el descenso y produce vientos intensos en la superficie. La presencia de mucha cizalladura en los niveles bajos también genera vientos fuertes.

El granizo se forma en ambientes que producen intensas corrientes ascendentes (CAPE alta) y agua sobreenfriada. Cuando las gotitas de agua transportadas a mayor altura alcanzan el nivel de congelación, se hielan; cuando al caer atraviesan un nivel por debajo de la isoterma cero, comienzan a fundirse, pero si se las lleva otra corriente ascendente, las gotitas semicongeladas vuelven a pasar por el mismo ciclo y adquieren otra capa de hielo.

Con la reiteración de este ciclo en una corriente ascendente (o si dicha corriente ascendente contiene abundante agua sobreenfriada), el granizo puede crecer hasta alcanzar las dimensiones de la definición de tiempo severo. Cuanto más elevado sea el nivel de equilibrio en un sondeo — es decir, cuanto más alta sea la tormenta—, tanto mayor será la probabilidad de que se formen pedriscos grandes.

En muchas regiones tropicales, la frecuencia de las granizadas está ligada al terreno elevado, quizás debido a la mayor intensidad de las corrientes ascendentes generadas por el calentamiento diferencial que ocurre en lugares más altos. En las regiones tropicales, las granizadas son más frecuentes en primavera, cuando las tormentas extratropicales interactúan con las masas de aire tropicales cálidas y húmedas.