

# Guía Práctica del Observador del Tiempo



Una Guía para Ser Observador de SKYWARN®

MINISTRO DE COMERCIO DE LOS EE. UU.  
Administración Nacional Oceánica y Atmosférica  
Servicio Nacional de Meteorología de EE.UU.

junio 2011





**El Observador SKYWARN® y la Función  
del Observador**

Los Estados Unidos es el país más propenso al tiempo severo del mundo. Cada año la gente en este país se enfrenta con un promedio de 10.000 tronadas, 5.000 inundaciones, 1.200 tornados y 2 huracanes que tocan la tierra. Aproximadamente 90% de los desastres proclamados por el presidente están relacionados al tiempo, causando acerca de 500 muertes cada año y casi \$14 mil millones de daños.

SKYWARN® es un programa del Servicio Nacional de Meteorología de los EE.UU. (NWS por sus siglas en inglés) desarrollado en los 1960 que consiste en observadores del tiempo entrenados que dan informes de tiempo severo y peligroso para ayudar a los meteorólogos a que éstos tomen decisiones por alertas que salvan la vida. Los observadores son ciudadanos preocupados, radioaficionados, conductores de camionetas, marineros, pilotos de aviones, personal de la gerencia de emergencia y oficiales de seguridad pública que se ofrecen su tiempo y energías a informar del tiempo peligroso afectando su comunidad.

Aunque el NWS tiene acceso a los datos del radar Doppler, satelites y estaciones superficiales del tiempo, la tecnología no puede detectar cada instante de tiempo peligroso. Los observadores ayudan a llenar las brechas por informar del granizo, daño hecho por el viento, inundaciones, nevada intensa, tornados y trombas marinas. El radar es un instrumento excelente, pero es solamente eso: un instrumento entre muchos que el NWS utiliza. Nosotros necesitamos que los observadores informen cómo las tormentas y otros fenómenos hidrometeorológicos impactan su área.

Los informes de los observadores SKYWARN ofrecen la “verdad absoluta” esencial para el NWS. Ellos funcionan como nuestros ojos y oídos en el campo. Los informes de los observadores ayudan a nuestros meteorólogos a que hagan públicas alertas oportunas, exactas y detalladas por confirmar tiempo peligroso detectado por el radar Doppler del NWS. Los observadores también dan información crítica de verificación que ayuda a mejorar los servicios de alerta en el porvenir. Los observadores SKYWARN sirven a sus comunidades locales por funcionar de una fuente esencial de información cuando se acerquen tormentas peligrosas. Sin los observadores el NWS no podría cumplir su misión de proteger la vida y propiedad.

## **Guía Práctica del Observador**

### **Tormentas Severas Locales**

#### **Procedimientos de Informe del Observador**

Los informes efectivos de los observadores es un componente crítico de las operaciones de tiempo severo del NWS. Los meteorólogos del NWS usan la ciencia, tecnología, entrenamiento, experiencia y los informes de los observadores para tomar decisiones relacionadas a las alertas. Un informe eficaz del observador es uno que sea oportuno, exacto y detallado. Los observadores deben usar las siguientes pautas al informar:

- Siga las pautas específicas de informe para su área.
- Manténgase tranquilo, hable claro y no exagere los hechos.
- Si usted no está seguro de lo que ve, haga su informe, pero también exprese su incertidumbre.
- Su informe debe contener la siguiente información:
  - QUIEN usted es: observador entrenado
  - QUE usted ha observado: el evento meteorológico específico
  - CUANDO ocurrió el evento: NO cuando usted haga su informe
  - DONDE ocurrió el evento, (no necesariamente su ubicación) usando caminos o puntos de referencia bien conocidos

Los informes inmediatos y en tiempo real son más útiles para operaciones de alerta, pero informes retardados son importantes también, aún días después de un evento. Los informes retardados son usados para propósitos de la climatología y verificación.

Los eventos meteorológicos deben ser informados según las instrucciones ofrecidas por su oficina del NWS local. Hay unas pautas generales sobre lo que debe informar.

### **Tornados**

- ¿Cuál daño observó?
- ¿Por cuánto tiempo quedó en la tierra? ¿Cuándo comenzó y terminó?
- ¿Cómo era de anchura? ¿Hasta adónde recorrió, si se sabe?

### **Inundación Súbita**

- Informe de caminos inundados, ríos y manantiales, diciendo la profundidad del agua aproximada.
- ¿Consiste la inundación en agua estacionaria o está corriendo?
- ¿Sigue el nivel del agua subiendo, manteniéndose constante o cayendo?
- ¿Ocurre la inundación en un área conocida y propensa a la inundación?
- ¿Hay deslizamientos de lodo o algún daño hecho por la inundación?

### **Paredes Nubosas**

- Informe si las nubes giran y por cuánto tiempo han durado.

### **Nubes en Forma de Embudo**

- Observe si están organizadas, persistentes o girando.

### **Relámpago**

- Sólo informe de relámpago cuando haga daño o hiera a alguien.

### **Tiempo Invernal**

- Informe de cualquier ocurrencia de lluvia congelada, acumulación de hielo y daño.
- ¿Cuánta acumulación de nieve fuerte hay y hay algún daño?
- ¿Existen condiciones de ventisca: vientos de 35mph/56km/h o más fuertes Y visibilidad de ¼ milla/0.4km o menos?

## **Guía Práctica del Observador**

### **Tormentas Severas Locales**

#### **Viento**

- Informe de la velocidad del viento aproximada o medida y el daño hecho por él.
- La aproximación de la velocidad del viento es difícil. Una descripción en detalle de objetos en movimiento a menudo es más útil.
- Los detalles que se presentan para árboles dañados:
  - ¿Cuál es la altura y el diámetro de la rama o el árbol que se fracturó o se tumbó?
  - ¿Era el árbol frondoso o pudrido?
  - ¿Qué tipo de árbol fue dañado, por ejemplo madera noble o madera blanda?
- Los detalles que se presentan para edificios dañados:
  - ¿Es el edificio dañado bien construido o un edificio exterior débil?
  - ¿Cuál es la materia principal de construcción del edificio: madera, ladrillo, metal, hormigón, etc.?
  - Si el edificio es una casa móvil, ¿estaba atada a la tierra?

#### **Granizo**

- Informe del tamaño del granizo más grande y cualquier daño.
  - Para aproximar el tamaño, compare el granizo con objetos bien conocidos tales como monedas o pelotas, pero no compare con canicas, o mida el granizo con una regla.

## **Peligros Marinos**

Informe de los siguientes eventos marinos:

- Trombas marinas: se tiene que observar rotación
- Líneas de turbonadas
- Espuma helada fuerte
- Alturas de la ola y vientos que son muy diferentes de una manera significativa según las condiciones pronosticadas
- Fenómenos hidrometeorológicos que no se encuentran en el pronóstico marítimo actual, por ejemplo, tronadas, niebla densa
- Olas más grandes que doble del tamaño de las olas circundantes
- Inundación por tsunami y cualquier daño
- **Inundaciones Costeras:** Inundaciones del pueblo, edificios y estructuras costeras en tierra firme en ubicaciones que bajo condiciones normales exceden del nivel de marea alta
- **Inundaciones de Orilla del Lago:** Inundaciones de áreas terrenales por los Grandes Lagos sobre y encima de niveles lacustres normales
- **Oleaje Fuerte:** Olas grandes reventando en la zona de rompientes con bastante energía para erosionar playas, mover troncos grandes, inundar muelles o rocas expuestas, etc.

## **Otros Peligros Ambientales**

- Niebla espesa: visibilidad ¼ milla (0.4km) o menos
- Tormentas de polvo: visibilidad ¼ milla (0.4km) o menos
- Acumulación de ceniza volcánica y cualquier daño
- Cualesquier heridas o muertes como resultado del tiempo

## **Guía Práctica del Observador**

### **Tormentas Severas Locales**

#### **Consejos de Seguridad para el Observador**

El medio ambiente en y alrededor de las tormentas severas es un lugar peligroso. Aunque tornados son peligros obvios, otros peligros de tronadas que amenazan la vida, tales como relámpagos e inundaciones repentinas pueden ser igualmente fatales. Los informes de los observadores son esenciales para su comunidad y el NWS, pero su seguridad debe ser la más importante!

Antes de salir para afuera, usted necesita ser consciente de los peligros de las tronadas y las prácticas recomendadas para disminuir el riesgo. Como observador, es su responsabilidad de quedar seguro mientras que observa. Por favor siga las siguientes pautas abajo para su seguridad personal y para la seguridad de los que le rodean.

- Seguridad personal es el primer objetivo de cada observador/-a.
- Cumpla con el concepto de CCRZ, definido abajo, en cada momento.
- Obedezca las leyes locales, estatales y federales y las directivas de los oficiales de seguridad pública.
- Nunca se exponga al peligro. Esto incluye el intentar caminar o manejar sobre obstrucciones tales como caminos inundados y líneas eléctricas caídas, y ubicándose bajo objetos que tienen la potencia de caer o de tumbarse debido al tiempo severo.

**CCRZ** significa **Conciencia, Comunicación, Rutas de Escape y Zonas de Seguridad**. **CCRZ** es un concepto usualmente usado por el personal de la administración de emergencia. Si usted recuerda CCRZ, puede quedarse seguro en cualquier situación, incluyendo el observar.

*La Península Bolívar, Texas, el 20 de septiembre de 2008: Casas destruidas, escombros y líneas eléctricas caídas como resultado del huracán Ike. Fotografía por cortesía de Jocelyn Agostino, FEMA.*

## La Función del Observador Sección 1

**Conciencia** significa que usted continuamente observa la situación alrededor de usted. Este tipo de observación a veces se refiere a conciencia del entorno. Continuamente observando los riesgos alrededor de usted puede salvarle la vida, en especial en condiciones meteorológicas que cambian rápidamente. Sabiendo que hay un puente u observando que la calle está cubierta de postes y árboles, puede prepararlo para los peligros de tiempo severo. Cuando es consciente de las amenazas inminentes, y prevee los resultados posibles, puede ubicarse mejor para disminuir estas amenazas.

**Comunicando** su paradero a otros en una base regular y teniendo líneas múltiples de comunicación disponibles puede mantenerlo y otros seguros de los peligros.

**Rutas de Escape** son esenciales cuando entra en un área probablemente peligrosa. Como parte de la comunicación, fíjese en las rutas de escape disponibles a usted, asegurando que siempre tiene más de una y la vía más segura de llegar a esa ruta de escape.

Si no puede llegar a las rutas de escape debido a condiciones que rápidamente cambian, encuentre sus **zonas de seguridad o refugios** más cercanos. Las zonas de seguridad son áreas en donde será más seguro si necesita refugio inmediatamente. Sabiendo estas ubicaciones reducirá el riesgo.

Recordando **CCRZ**: ser consciente de sus alrededores, mantener abiertas las líneas de comunicación, saber las rutas de escape y las zonas de seguridad dondequiera que esté puede aumentar la seguridad.

Hay unos consejos básicos que podrían salvarle la vida si observa una tormenta desde su vehículo.

- Tenga una zona de separación entre usted mismo y la tormenta para tener en cuenta los cambios del movimiento de la tormenta y para estar abierto a otras opciones para una ruta de escape.
- Viaje en pares para que el conductor pueda concentrar en conducir, y para que usted pueda observar áreas múltiples de la tormenta.
- Siempre sepa dónde está en relación a la tormenta, y en qué dirección se mueve. Recuerde que las tormentas pueden cambiar según su dirección y velocidad.
- Nunca conduzca por el centro de la tormenta, por ejemplo, por lluvias fuertes y/o granizo, para llegar al mejor punto de vista.



## Guía Práctica del Observador

### Tormentas Severas Locales

- Obtenga una fuente de información meteorológica local actual, tal como una Radio Meteorológica NOAA, para estar seguro de recibir crítica información meteorológica.
- Si es posible, observe una tormenta desde un cruce de cuatro vías para que se haga fácil escapar en múltiples direcciones.
- El observar una tormenta de noche en un vehículo puede ser peligroso y no se recomienda. Es difícil observar rasgos claves de la tormenta por la noche y más difícil
- Sé consciente de los vehículos de emergencia, peatones y otros peligros del camino y del tráfico.
- Si para, acuérdesse de observar el tráfico y ser consciente de los efectos potenciales de la tormenta. Váyase del tráfico y evite árboles, cables de alta tensión y señales.
- Nunca se quede en un vehículo bajo árboles grandes o señales en condiciones de vientos fuertes. Entre a un edificio sólido.
- Siempre prepárese para todos los peligros relacionados a las tronadas.
- Si está cerca o en frente de una tormenta, no se apague el vehículo.



*Una fotografía sacada el 10 de Julio de 2008 desde el asiento de pasajero de un vehículo en movimiento por I-88 cerca de Moline, IL. Fotografía por cortesía de Terren.*

## **Seguridad de Tornado**

Los tornados son columnas de aire que giran violentamente conectadas a las tronadas y tocando la tierra, sea visible hasta tocar la tierra una nube en forma de embudo de condensación o no. Los escombros o polvo arremolinándose en la tierra debajo de un área de rotación de la base de las nubes puede ser una clave que sí es un tornado y ni es una nube en forma de embudo ni un gustnado. Los vientos fuertes y escombros volantes relacionados a los tornados representan una amenaza significativa al observador. Hay unas pautas de seguridad si encuentra un tornado:

- Observe otros tornados que podrían formar cerca del tornado que está observando.
- Nunca trate de sobrepasar un tornado en una área urbana o congestionada. Entre a un edificio sólido de inmediato después de estacionar el vehículo fuera de la circulación de tráfico.
- No busque refugio debajo de puentes ni pasos elevados. Estas estructuras no protegen y podrían aumentar la probabilidad de hacer daño o muerte.
- Si usted está a la intemperie, busque refugio en un sótano, refugio o edificio sólido. Si usted no puede llegar rápidamente al refugio, suba a un vehículo, abroche el cinturón de seguridad y trate de manejar hacia el refugio sólido más cerca. Si ocurren escombros volantes mientras maneja, hágase a un lado y estacione. Tiene las siguientes opciones como el último recurso:
  - Quédese en el vehículo abrochado con el cinturón de seguridad. Agáchese bajo las ventanas, cubriéndose de las manos o de una manta si es posible.
  - Si puede agancharse más que el nivel del camino, bájese del vehículo y tírese en esa área, cubriéndole la cabeza de las manos.
- Los escombros volantes y en caída son los peligros más grandes de un tornado. Para ser seguro, debe estar adentro, bajarse y cubrirse. Bajo tierra o en un Cuarto Seguro es la primera opción. Si no hay refugio subterráneo disponible, llegue al centro de un edificio sólido en el piso más bajo. Sepárese del tornado entre tantas paredes como son posibles. Aléjese de las ventanas y puertas. Cúbrase para ayudar a reducir el riesgo de estar herido por escombros volantes o en caída.

## Seguridad de la Inundación Súbita

**¡ES MEJOR REGRESARSE QUE AHOGARSE!** Las tronadas pueden producir lluvias torrenciales en un corto período de tiempo resultando en inundaciones súbitas. La inundación es peligrosa particularmente por la noche cuando se hace más difícil ver que el camino está inundado y aun más difícil darse cuenta de la profundidad del agua. La inundación causa más muertes cada año que cualquier otro peligro de las tronadas. Más de cincuenta por ciento de todos los ahogos relacionados a la inundación suceden cuando un vehículo se conduce en crecidas peligrosas. Use estas pautas y datos de seguridad para evitar ser víctima de una inundación súbita:

- **¡Es Mejor Regresarse Que Ahogarse!** No intente conducir o caminar al otro lado de un camino inundado o un cruce de bajamar. Usted no puede estar seguro acerca de la profundidad del agua o de la condición del camino. El camino podría estar borrado.
- Dos pies (610mm) de agua en movimiento llevarán una gran cantidad de vehículos.
- Seis pulgadas (152mm) de agua en movimiento rápido puede tumbarlo.
- Si de repente el vehículo está atrapado en agua que sube, déjelo de inmediato y llegue a tierra más alta.
- Sea más atento en la noche cuando inundaciones súbitas son más difíciles de reconocer.



*Inundación del camino en el centro de Reno, Nevada, enero de 2006. Fotografía por cortesía de NOAA.*

## Seguridad del Relámpago

***¡Cuando Escuche el Trueno, Busque Refugio!*** El relámpago es un matador subestimado. Prácticamente tantas personas pierden la vida debido a los relámpagos como a los tornados, pero desde que el relámpago normalmente alcanza una persona o dos a la vez, las muertes debido al relámpago se notan menos en la publicidad. El relámpago ocurre en cada tronada y es el peligro meteorológico más común enfrentando a los observadores. Como un observador, usted a menudo se ubica a la intemperie o en un monte, haciéndole desprotegido al relámpago. Hay unas pautas importantes de seguridad para enfrentar al relámpago:

- Quédese en un vehículo con un tope sólido o dentro de un lugar por lo menos 30 minutos después de haber escuchado el último trueno. Si usa una radio, evite tocarla u otro metal dentro del vehículo para reducir los efectos si alcanza el relámpago.
- Si está en el agua y el cielo oscurece, regrese a la orilla y busque un edificio completamente encerrado o un vehículo con tope sólido. Los barcos con cabañas dan un ambiente más seguro pero no ideal. Usted es más seguro si el barco tiene un sistema de protección contra el relámpago instalado correctamente. Si está en la cabaña, aléjese del metal y de todos los componentes eléctricos.
- No utilice un teléfono alámbrico durante una tronada.  
Utilice un teléfono inalámbrico  
o celular para todas las llamadas.
- Las víctimas del relámpago no llevan una carga eléctrica, son seguras de tocar y necesitan urgentemente ayuda médica. Si alguien ha dejado de respirar, llame al 9-1-1 o al número local de emergencia y empiece Resucitación Cardiopulmonar (CPR, por sus siglas en inglés) si la víctima no respira.



## Guía Práctica del Observador Tormentas Severas Locales

### Seguridad de Vientos de Fuertes Corrientes Descendentes

Los vientos destructivos en línea recta de una tronada conocidos como fuertes corrientes descendentes son otros peligros enfrentando a los observadores. Una fuerte corriente descendente es una corriente descendente fuerte con una corriente de salida de vientos destructivos sobre o cerca de la tierra. La gran cantidad del daño causado por el viento hecho por las tronadas severas es causada por las fuertes corrientes descendentes. Los vientos de fuertes corrientes descendentes pueden exceder de 100 mph/161km/h en las tormentas más intensas, y pueden hacer daño igual que un tornado. Hay unos consejos para ser seguro en y alrededor de las fuertes corrientes descendentes:

- Agarre bien el volante del vehículo para tener control. Las fuertes corrientes descendentes pueden ocurrir de repente con un cambio repentino de la velocidad y de la dirección de los vientos.
- Si puede hacerse seguramente, apunte el vehículo hacia el viento para reducir el riesgo de que el vehículo no se tumbe.
- Prepárese para reducciones inesperadas de visibilidad debido a una nube de polvo o lluvias fuertes relacionadas con las fuertes corrientes descendentes.
- Los observadores de punto que observan desde un edificio sólido deben alejarse de las ventanas mientras que la fuerte corriente descendente se acerque.



*El daño de un tornado en Stokesdale, Carolina el Norte, y una ráfaga de una fuerte corriente descendente de 79mph/127km/h en el Aeropuerto Internacional de Raleigh-Durham durante el paso de los restantes del huracán Iván el 17 de septiembre de 2004, Administración de Emergencias del Condado de Guilford, el Departamento de Bomberos de Stokesdale, Doug Schneider, Darin Figurskey y Jeff Orrock.*

## **Seguridad del Granizo**

El granizo grande puede causar heridas graves y hacer daño a los vehículos y edificios. Aunque las muertes relacionadas al granizo son raras, es el elemento meteorológico más costoso de los Estados Unidos con un promedio de más de un mil millones de dólares de daño a la agricultura y la propiedad al año. La tormenta de granizo más costosa de los EE. UU. hizo acerca de \$2 mil millones en el área metropolitana de San Luis, MO, el 10 de abril de 2004. Hay abajo algunos puntos sobre el granizo, los que pueden reducir daño a su vehículo cuando observa una tormenta:

- Edificios sólidos, tales como un garaje proveen la mejor protección contra el granizo.
- Si usted está en un vehículo, evite aquellos lugares de la tormenta en donde las piedras grandes ocurren.
- Los vehículos con un tope sólido proveen buena protección contra granizo hasta el tamaño de pelotas de golf. Piedras más grandes harán daño a los parabrisas.

## **¡Una fotografía- o video- vale mil palabras!**

A menudo los observadores observan fenómenos meteorológicos increíbles. Ora un tornado a la distancia ora el hielo tumbando líneas de alta tensión, su Oficina Meteorológica local del NWS aprende mucho de las fotos y videos de los observadores. Si usted permite que el NWS use su foto o video en nuestros esfuerzos de educación y alcance comunitario, haga el favor de mencionar NWS tiene permiso para reimprimir el archivo cuando nos lo envíe. Si quisiera que le diéramos crédito para la imagen, podemos hacerlo con mucho gusto. Los archivos de multimedia son recursos tremendos al manejar nuestros cursos de entrenamiento para los observadores y nuestros esfuerzos educacionales de seguridad del tiempo.

## **Envíe al NWS Sus Datos del Servicio de la Estación del Tiempo Casera**

El Programa de Observación Meteorológica Ciudadana (CWOP por sus siglas en inglés) es una colectiva privada-pública que permite que la gente con estaciones meteorológicas computerizadas y siempre con acceso al Internet que envíe su información meteorológica a un servidor especial de datos que colecciona observaciones meteorológicas de todo el país. Luego sus datos pueden ser usados por modelos de pronósticos numéricos para hacer pronósticos de corto plazo (de 3 hasta 12 horas en el futuro) de condiciones meteorológicas en su región.



## **Guía Práctica del Observador Tormentas Severas Locales**

Visite <http://wxqa.com> para matricularse, conseguir una identificación y aprender cuales estaciones meteorológicas y paquetes de software funcionan con la red CWOP.

Vea <http://www.met.utah.edu/mesowest> de la Universidad de Utah para ver un gráfico de observaciones superficiales disponibles a través de estaciones meteorológicas caseras, el Servicio Nacional de Meteorología de los EE.UU., los Ministros estatales de Transportación, la Administración Federal de Aviación y el Servicio Forestal de los EE.UU.

### **CoCoRaHS: Red Colaborativa Comunitaria de Lluvia, Granizo y Nieve**

CoCoRaHS (por sus siglas en inglés) es una red única, sin ganancias y basada en la comunidad y de voluntarios de cada edad y experiencia trabajando juntos para medir y ubicar precipitación: lluvia, granizo y nieve. Por usar herramientas baratas de medida, enfatizando el entrenamiento y educación y accesando un sitio web interactivo, los voluntarios proveen los datos de la más alta calidad para aplicaciones de recursos naturales, educación e investigación. El programa está disponible a aquél que le interese el tiempo y quisiera repartir sus datos de precipitación con otras personas. Los requisitos del programa incluyen:

- Un pluviómetro de 4 pulgadas/10cm de diámetro de alta capacidad comprado a través del sitio CoCoRaHS o de otros recursos
- Una regla para medir el tamaño del granizo: el diámetro del granizo
- Almohadillas para granizo: (no se usan en todos los estados)
- Acceso al Internet: algunos estados tienen un número telefónico adonde los voluntarios que no tienen computadoras pueden dejar un mensaje con la información de su precipitación. Los datos se cargan a la red más tarde.

Para inscribirse en el programa de CoCoRaHS, visite: <http://www.cocorahs.org>. Los datos de precipitación están disponibles para que alguien los vea en el Internet.



## Los Conceptos Básicos de las Tronadas

Parte de la fascinación que mucha gente tiene con las tronadas es el misterio que las envuelve. Los investigadores principales todavía aprenden acerca de muchos fenómenos relacionados a las tronadas. Para comprender espectáculos relacionados a tronadas como tornados, relámpago y granizo, usted debe tener un conocimiento básico de las características de las tronadas.

## La Climatología de Tronadas

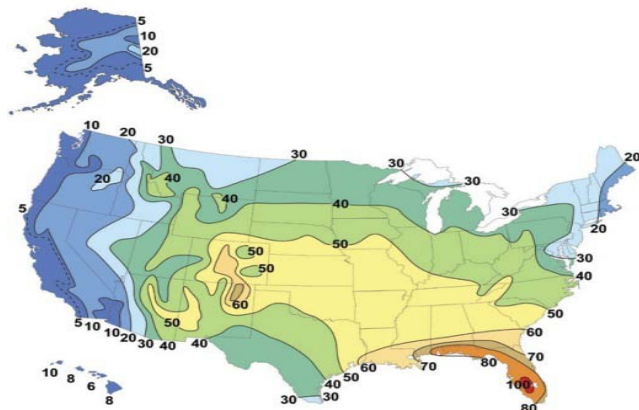
En cualquier momento hay miles de tronadas ocurriendo por todo el mundo. La gran cantidad de estas tormentas son beneficiosas, trayendo lluvia deseada. Un pequeño porcentaje de las tormentas se vuelven severas, produciendo piedras grandes- 1 pulgada/2.54cm de diámetro o más grande- fuertes ráfagas de 58mph/93km/h o más fuertes, o tornados.

Aunque el área desde Texas hasta Minnesota tiene las ocurrencias más conocidas de tronadas severas de los EE.UU., no hay ningún lugar en los EE.UU. que no sea inmune a la amenaza de tiempo severo.

## Los Ingredientes de la Tronada

Todas las tronadas necesitan las tres siguientes ingredientes: humedad, inestabilidad y ascenso. Los eventos de tronadas severas organizados también necesitan cizalladura vertical del viento.

La **humedad** crea las nubes y la precipitación en las tronadas. Las fuentes principales de humedad incluyen los Océanos Atlántico y Pacífico y el Golfo de México. Los Grandes Lagos también pueden proveer humedad para tronadas. En el Medio Oeste, la evaporación de las granjas puede aumentar la humedad en los niveles bajos.



*El promedio anual de días de tronadas al año*



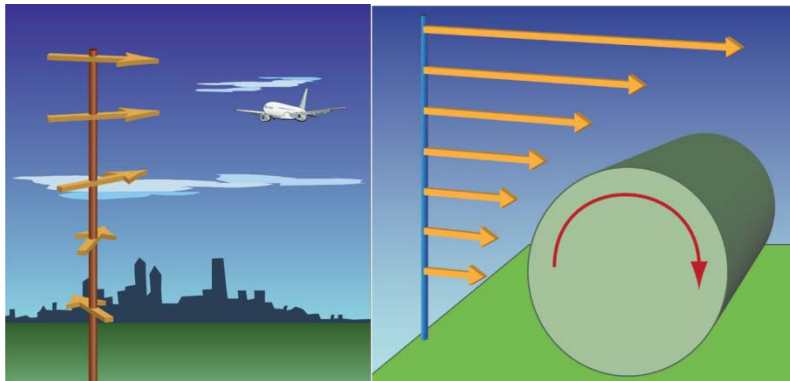
## Guía Práctica del Observador Tormentas Severas Locales

La **estabilidad atmosférica** es una medida de la tendencia de la atmósfera de aumentar o impedir el movimiento vertical. En condiciones inestables, una parcela de aire elevada será más cálida que el aire que la rodea en aquella altitud. Porque es más cálida, es menos densa y puede ascender más. Así la inestabilidad favorece las corrientes ascendentes y descendentes de una tormenta.

El **ascenso** provee el mecanismo para que el aire ascienda, iniciando el proceso de la tronada. Las fuentes de ascenso incluyen los frentes fríos, frentes cálidos, líneas secas, fronteras de la corriente de salida de la tronada, y el flujo que sube la inclinación topográfica.

La cizalladura vertical del viento es el cambio de la velocidad del viento y la dirección del mismo con respecto a la altura. Este efecto es típicamente más fuerte cerca de la superficie, aunque puede ser muy fuerte en los niveles más altos de la atmósfera cerca de chorros en altura y frentes. En general, mayor inestabilidad, mayor fuerza a la región de corrientes descendentes o ascendentes. Mayor cizalladura del viento vertical, mayor probabilidad del desarrollo de tormentas severas. La cizalladura del viento vertical por una capa profunda (3-5 millas/5-8km encima de la tierra) también puede inducir la rotación- a veces intensa- en los niveles medios de la tormenta. Las tormentas que se desarrollan en ambientes de cizalladura débil todavía pueden producir diminuto granizo y microrráfagas, y hasta tornados débiles.

La cizalladura vertical del viento de los niveles bajos (en el nivel más bajo de 1 milla/1.6km o menos de la atmósfera) puede ayudar a generar la rotación de los niveles bajos en una tormenta. Los tornados y vientos severos son relacionados a menudo a la fuerza de la rotación en los niveles bajos. Cuando la cizalladura del viento en los niveles bajos aumenta con fuerza, la fuerza de la rotación en los niveles bajos aumenta, con la probabilidad de tornados.



*Unos ejemplos de la cizalladura direccional (izq.) y cizalladura por velocidad (der.)*

## **El Ciclo de Vida de la Tronada**

En general, las tronadas duran 30-60 minutos, pero porque continúan formando nuevas corrientes ascendentes, las tronadas pueden durar por más de 8 horas. Las tronadas tienen 3 distintas etapas:

### **1. La Etapa en Desarrollo (Cúmulos o Cúmulos Acastillados)**

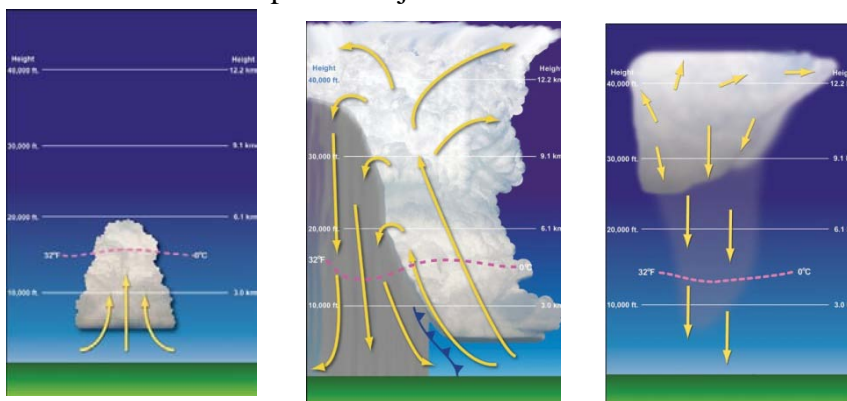
- La corriente ascendente, una columna de aire que mueve hacia arriba, desarrolla.
- La tormenta empieza a producir precipitación en la porción más arriba de la nube.

### **2. La Etapa Madura**

- La corriente ascendente y descendente coexisten.
- La corriente descendente alcanza la tierra como una difusión de aire enfriado por lluvia llamado la bolsa fría. El borde principal de la bolsa fría se llama el frente de ráfagas.
- La parte superior de la corriente ascendente forma una nube en forma de yunque mientras el aire difunde hacia afuera.

### **3. La Etapa de Disipación**

- La corriente descendente domina.
- Pierde el flujo de entrada favorable mientras el frente de ráfagas extiende a larga distancia de la tormenta.
- A veces manifiesta un “yunque perdido,” los restantes de un yunque con la tormenta disipada abajjo.



a) *La Etapa de Cúmulos Acastillados; b) La Etapa Madura; c) La Etapa de Disipación*

## Guía Práctica del Observador Tormentas Severas Locales

### Tronadas Severas

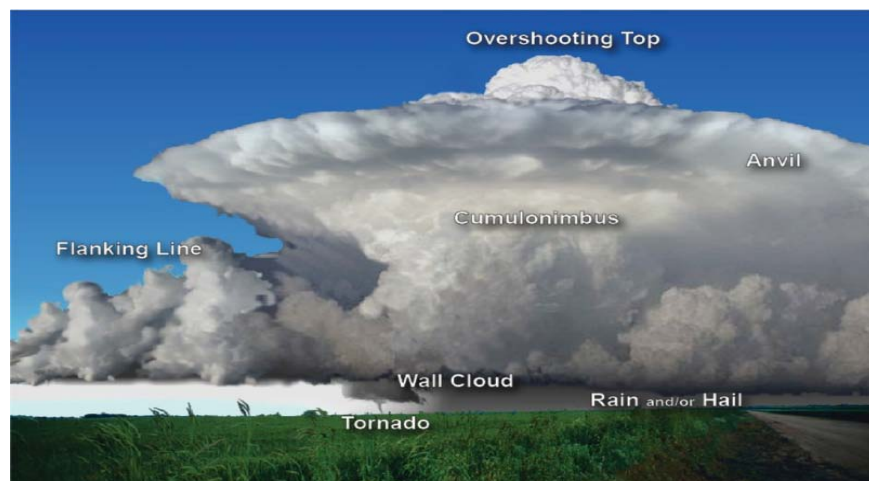
Una tormenta severa tiene por lo menos uno de los siguientes:

- Granizo que mide 1 pulgada/2.54cm o más grande: el tamaño de un cuarto.
- Ráfagas de viento por lo menos de 58mph/93km/h o más fuerte: 50 nudos
- Tornado

El Centro de Predicción de Tormentas (SPC por sus siglas en inglés) emite Vigilancia de Tormentas Severas. La oficina de meteorología local emite las Alertas de Tornado o Tronadas Severas.

**Vigilancia:** Las condiciones son favorables en una región para que tronadas severas o tornados se desarrollen o lleguen a su área. Las vigilancias se emiten en general por un período de 4 a 8 horas. Prepárese para tormentas muy pronto. Tome precauciones para proteger la propiedad antes de que las tormentas lleguen a su área.

**Alerta:** O hay una amenaza inminente o una ocurrencia verdadera de piedras, vientos destructivos o un tornado. Cuando una alerta está emitida, responda de inmediato para proteger la vida y propiedad. Las alertas en general se emiten por 30 a 60 minutos.



*Una esquemática de la Tronada*

## Los Rasgos Indicando Tormentas Fuertes/Severas

**Yunque:** El yunque es la nube alargada en la cima de la tormenta que extiende a sotavento con vientos conductores de los niveles altos. El yunque aparecerá sólido, no tenue, y tendrá bordes claros y bien definidos.

**Cima Penetrante:** La cima penetrante es el tope de la nube directamente encima de la torre principal de la corriente ascendente de la tormenta y el yunque. Si la cima penetrante es persistente y dura por 10 minutos o más, en general es una señal de una corriente ascendente muy fuerte de la tronada.



*Se ve una tronada severa a la distancia con un yunque visible y denso y una cima penetrante grande. Fotografía por cortesía de Gene Rhoden.*

**La Torre Principal de la Tormenta:** El “tronco” de la tormenta es la corriente ascendente visible de la tormenta desde su base cerca de la tierra hasta apenas por debajo del yunque. Esta parte de la tormenta puede indicar:

- La torre orientada verticalmente con bordes claros y bien definidos
- Una apariencia sólida y de coliflor
- Una rotación visible en los niveles medios y bajos, y tal vez estrías evidentes en las nubes

**La Base sin Lluvia:** El área debajo de la torre principal de la tormenta. En general está en el flanco sur o sudoeste de la tormenta.

## Guía Práctica del Observador

### Tormentas Locales Severas

**Pared Nubosa:** Una pared nubosa es una nube más baja, aislada y pegada a la base sin lluvia y debajo de la torre principal de la tormenta. Paredes nubosas se encuentran a menudo en el lado posterior de una tormenta. Por ejemplo, con una tormenta que se mueve hacia el norte o el noreste, la pared nubosa típicamente está en el lado sur o sudoeste de la tormenta. Con algunas tormentas, el área de la pared nubosa puede oscurecerse por la precipitación. Paredes nubosas pueden ser asociadas probablemente con tormentas severas:

- Normalmente duran 10 minutos o más
- A menudo, pero no siempre, giran visiblemente
- A veces están acompañadas de un movimiento ascendente o descendente de un trozo nuboso.



*Una pared nubosa y la base sin lluvia. Foto por cortesía de Brian Morganti.*

**Línea de Flanqueo:** Una línea de flanqueo es una fila de cúmulos acastillados que parecen escaleras hasta la torre principal de la tormenta. Nuevas células de la tormenta pueden desarrollarse desde la línea de flanqueo, la cual normalmente se extiende al sur o sudoeste de la tronada.



*Una pared nubosa con la base sin lluvia y lluvias fuertes detrás de la pared nubosa. Fotografía por cortesía de Roger Hill.*



*La línea de flanqueo de una tronada. Fotografía por cortesía de Matt Ziebell.*

**Nube Cinturón:** Una nube cinturón es una nube baja, horizontal, unida y conectada a la base de la nube madre, normalmente una tronada. Un movimiento ascendente de la nube puede verse a menudo en la parte exterior principal de la nube cinturón, mientras el lado inferior a menudo parece turbulento y roto por el viento. En general, una nube cinturón aparece en el borde principal de una tormenta.



*Una nube cinturón en Illinois. Fotografía por cortesía de Walker Ashley.*

**Nube en Rodillo:** Una nube en rodillo es baja, horizontal, en forma de tubo y relativamente rara. Es diferente de una nube cinturón por estar completamente separada de los otros rasgos nubosos.

### **Lista de Rasgos de Tormenta Severa/Fuerte**

Los rasgos de una tormenta en los niveles altos visibles a largas distancias de la tormenta:

- Una cima penetrante y sólida que dura 10 minutos o más
- Cimas penetrantes que pueden disiparse, seguidas por unas nuevas
- Un yunque sólido con bordes claramente definidos

**¿Por qué?** Una cima penetrante indica una fuerte corriente ascendente. Si la cima dura por lo menos 10 minutos, es una indicación que la tormenta continúa a intensificar. Si la cima penetrante de repente se derrumba, un arranque de precipitación, granizo o vientos destructivos pueden ser inminentes. Mientras la tormenta se debilita, tendrá una apariencia rizada y más tenue.

**Guía Práctica del Observador**  
**Tormentas Severas Locales**



*Tormenta severa/fuerte a la distancia. Note la cima penetrante, los bordes claramente definidos del yunque, y la línea de flanqueo. Foto por cortesía de Brian Morganti.*

**Rasgos de la tormenta en los niveles medios** que se pueden ver son:

- Torre de la tormenta sólida o que parece dura con una apariencia de coliflor
- Línea de flanqueo, con las nubes desarrollándose en la dirección de la torre principal de la tormenta



*Mirando al nordeste en una tronada con una línea de flanqueo apuntando al sur-sudoeste. Fotografía por cortesía de Tom Warner.*

**¿Por qué?** Una torre de la tormenta que parece sólida indica una fuerte corriente ascendente junto con un régimen de cizalladura en el entorno. Una línea de flanqueo indica que la tormenta saca aire de muchas millas/kilómetros y probablemente se sostendrá o intensificará por algún tiempo.

**Rasgos de la tormenta en los niveles bajos** cuando usted está cerca de una tormenta:

- Una base nubosa sin lluvia con una torre grande y que parece sólida arriba
- Pared nubosa que dura por 10 minutos o más, en especial si obviamente gira
- Movimiento vertical rápido (arriba o abajo) dentro de la pared nubosa u otras áreas de la base nubosa sin lluvia

**¿Por qué?** Una base nubosa sin lluvia indica una fuerte corriente ascendente, en donde la precipitación y granizo no son bastante pesados para caer a la tierra. Cuando una pared nubosa giratoria está presente, hay unas posibilidades más altas para el desarrollo de tornados. Paredes nubosas comienzan a girar mientras la circulación de mayor escala, o mesociclón, 2 hasta 10 millas/3 hasta 16km de diámetro, se desarrolla hacia la superficie. Cuando se combina con las condiciones atmosféricas adecuadas, este régimen meteorológico soporta los tornados.



*Los rasgos de una tormenta en los niveles bajos, incluyendo el área de la corriente ascendente y descendente.  
Fotografía por cortesía de Jim LaDue.*



## **Tipos de Tronadas**

Las tronadas pueden ser categorizadas por sus características físicas: la presencia o ausencia de rotación, el número de la posición de corrientes ascendentes o descendentes presentes.

Hay un espectro continuo de tormentas en el cielo. A veces es difícil categorizar una tormenta específicamente. Una tormenta puede cambiar de una categoría a otra. Estos cinco tipos a menudo son útiles al describir las tormentas:

- **Tormenta de una Célula Individual o Normal:** Tormentas de una célula individual no duran por mucho tiempo, y normalmente no son severas.
- **Tormenta Pulsante:** Una Tormenta Pulsante es una tronada de una célula individual que normalmente no es fuerte; cuando es de una intensidad considerable, produce tiempo severo por breves períodos. Tal tormenta se debilita y luego genera otra ráfaga corta o pulso.
- **Agrupamiento Multicelular:** Este tipo es la tormenta más común, consistiendo en un grupo de células normales en varias etapas del ciclo de vida de la tronada.
- **Línea Multicelular:** Esta categoría es una larga línea de tormentas con un frente de ráfagas continuo bien desarrollado junto al borde principal.
- **Supercélula:** Una supercélula es una tronada muy bien organizada con una inmensamente fuerte corriente ascendente. Exhibe rotación persistente y a la escala de la tormenta del pareado de la corriente ascendente-descendente o mesociclón.



*Durante la tarde temprana del 3 de abril de 2004, esta tronada supercelular dejó caer granizo de 2 pulgadas/5cm de diámetro sobre Chaparral, Nuevo México. Fotografía por cortesía de Greg Lundeen.*

### Tormenta de una Célula Individual o Normal

Esta tormenta forma cuando hay cizalladura débil en la atmósfera. Las características de este tipo de tormenta incluyen:

- Una corta duración, en general 30-45 minutos
- Corriente descendente que forma dentro de 15-20 minutos después de que la célula inicie
- Corriente ascendente que se debilita en 25-30 minutos, flujo de salida estabiliza
- Granizo pequeño, normalmente no severo
- Vientos racheados, normalmente no severos



*Una serie indicando el ciclo de vida de una célula normal de una tormenta. Estas fotografías fueron sacadas dentro de 21 minutos. Fotografías por cortesía de Phil Kurimski.*

## Guía Práctica del Observador Tormentas Severas Locales

### La Tormenta Pulsante

- De corta duración, en general 30-45 minutos
- Normalmente no son severas, pero dadas las condiciones ambientales adecuadas, estas tormentas pueden causar:
  - Breve granizo de tamaño pequeño hasta moderado
  - Vientos de una fuerte corriente descendente, normalmente menos de 70mph/ 113km/h
  - Un débil tornado
- El daño está aislado

### La Tormenta Multicelular de un Agrupamiento

- El tipo de tronada más común
- Puede durar por varias horas
- Consiste en un grupo de células moviendo como una unidad individual
- Contiene células en diferentes etapas del ciclo de vida de la tronada
- De vez en cuando puede contener supercélulas



*Tormenta multicelular. Fotografía por cortesía de Gary Woodall.*

## Conceptos Básicos de la Tronada Sección 2

Las nuevas corrientes descendentes en el agrupamiento forman en un área de ascenso donde el aire converge en los niveles bajos, tales como:

- Un frente frío o cálido
- Una línea seca
- Una frontera de la corriente de salida de tormentas cercanas
- Los rasgos de tierra más alta que el entorno

Las células típicamente se desarrollarán en la zona de ascenso y moverán con los vientos en los niveles bajos y medios mientras la tormenta madura y disipa, y las nuevas células continúan a desarrollarse. En un típico escenario durante los meses primaverales y veraniegos:

- Nuevas células inician en el borde del oeste o del sudoeste del agrupamiento
- Células en fase de disipación se debilitan en el borde del este o nordeste del agrupamiento
- Cada célula dura 20-30 minutos
- Agrupamientos en conjunto duran a menudo una hora o más

Dadas las condiciones adecuadas, las células pueden ponerse severas dentro del agrupamiento multicelular produciendo:

- Breve granizo de tamaño pequeño hasta moderado
- Vientos de una fuerte corriente descendente
- Tornados débiles
- Lluvias fuertes en un breve período

### **La Tormenta en Línea Multicelular**

- Llamada con frecuencia una línea de turbonada
- Una larga línea de tormentas con corrientes de salida individuales de la tormenta uniéndose a producir un frente de ráfagas continuo y bien desarrollado marcando el borde principal de aire enfriado por la lluvia

- Una línea larga de tormentas a menudo orientada norte al sur o nordeste al sudoeste y normalmente moviendo hacia el nordeste, al este o al sudeste
- Puede estar embebida a lo largo de la línea

## **Guía Práctica del Observador**

### **Tormentas Severas Locales**

#### *Línea Multicelular*

Las corrientes ascendentes y descendentes de una tronada individual a lo largo de la línea pueden ponerse severas, resultando en piedras y eventos con vientos de flujo de salida destructivos que mueven rápidamente delante del sistema.

Dadas las condiciones ambientales adecuadas, tormentas de una línea multicelular pueden producir:

- Vientos fuertes de una fuerte corriente descendente
- Lluvia fuerte
- Granizo moderado
- Tornados esporádicos

#### **La Supercélula**

La clasificación de tormentas supercelulares es subjetiva. Hay mucha investigación que se hace en este campo. Nosotros sabemos lo siguiente de las supercélulas:

- Tormenta bien organizada con rotación por dentro
- Corrientes ascendentes pueden alcanzar velocidades a más de 100mph/161km/h
- Pueden producir piedras muy grandes y tornados violentos y fuertes
- Corriente descendente del flanqueo de atrás puede producir vientos de flujo de salida destructivos excediendo de 100mph/161km/h

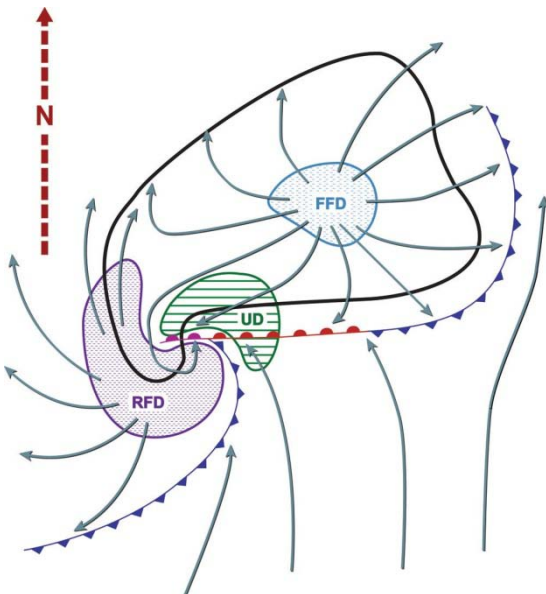
## Conceptos Básicos de la Tronada Sección 2

Es necesario familiarizarse con los aspectos visuales de estas tronadas intensas. Dos características importantes que distinguen las supercélulas de las tronadas normales son:

- Rotación persistente a la base sin lluvia
- Una corriente descendente de flaqueo de atrás (RFD por sus siglas en inglés): una región de aire enrollando a lo largo de la parte atrás de la circulación dentro de la tormenta

La presencia de una fuerte rotación en la tormenta aumenta considerablemente la intensidad de la corriente ascendente y la organización total de la tormenta. Las características de temperatura y humedad de la RFD y su evolución durante la vida de una tormenta se han demostrado que hacen un papel crucial en la formación de tornados. Las supercélulas pueden producir los siguientes elementos:

- Piedras grandes y lluvias potencialmente torrenciales inmediatamente junto a la corriente ascendente de la tormenta
- Granizo más pequeño y lluvia más ligera a mayores distancias de la corriente ascendente
- RFDs que producen a veces flujo de salida fuerte y dañino
- Tornados



*Diagrama reducido de una supercélula, las áreas de la corriente descendente de flaqueo de atrás (RFD), de la corriente descendente de flaqueo hacia delante (FFD por sus siglas en inglés) y de la corriente ascendente (UD por sus siglas en inglés) están marcadas. Las flechas indican flujo del aire. Líneas azules con plumas indican frentes de ráfagas. Línea roja es el borde del flujo de entrada de aire en el nivel terrestre. La sección morada de la línea es la oclusión donde el flujo de entrada de aire está separado del mesociclón en los niveles bajos. Como observador, su ubicación en relación con este diagrama influenciará los vientos usted experimentará y los rasgos de la tormenta que se verán.*

## Guía Práctica del Observador Tormentas Locales Severas

### Variaciones de la Supercélula

Todas las supercélulas contienen rotación a la escala de tormenta, la que parece estriada o como un sacacorchos según la corriente ascendente de la tormenta. Una supercélula puede aparecer muy diferente visualmente que otra, dependiendo de lo siguiente:

- La cantidad de precipitación acompañando la tormenta
- Si precipitación cae cerca o lejos de la corriente ascendente

Cómo una tormenta mueve influencia a los vientos que “siente,” como extendiendo la mano por la ventana del vehículo mientras que usted da la vuelta y cambia la velocidad. Los vientos alrededor de la tormenta hacen un papel importante en donde la precipitación existe en y alrededor de la corriente ascendente de la tormenta.

Basadas en su apariencia visual, las supercélulas a menudo se conocen como:

- Baja precipitación
- Clásica
- Alta precipitación



*Una tronada supercelular clásica. Fotografía por cortesía de Roger Hill.*



**Supercélula de Baja Precipitación (LP por sus siglas en ingles)**

- Es posible que parezca como poste de barbero o sacacorchos.
- La precipitación es escasa o bien separada de la corriente ascendente debajo de la base nubosa, la que a menudo es transparente.
- A menudo las piedras grandes son difíciles de percibir visualmente. Aunque precipitación no pueda ser aparente debajo de la tormenta, a veces muy grandes piedras caen, las cuales no se pueden ver a la distancia.



*Una Supercélula de Baja Precipitación. Fotografía por cortesía de Roger Edwards.*



*Un ejemplo artístico de una Supercélula de Baja Precipitación.*

**Guía Práctica del Observador**  
**Tormentas Severas Locales**

**Supercélula Clásica (CL)**

- La mayoría de supercélulas en esta categoría
- Una base sin lluvia grande y plana
- Puede tener una pared nubosa
- Una apariencia de poste de barbero o sacacorchos de la corriente ascendente posible, como de la supercélula de baja precipitación
- Precipitación intensa cae junto a la corriente ascendente
- Piedras grandes son posibles
- Potencial para tornados fuertes y de larga trayectoria



*Una Supercélula Clásica. Fotografía por cortesía de Bill Martin.*



*Un ejemplo artístico de una Supercélula Clásica.*

### Supercélula de Alta Precipitación (HP)

- La precipitación a menudo envuelve la corriente ascendente, y puede ocultarla
- Puede tener una pared nubosa, pero puede ocultarse por la precipitación intensa
- La corriente descendente de flanqueo de atrás (RFD) está llena de precipitación
- Puede tener una nube cinturón relacionada



*Una Supercélula de Alta Precipitación. Fotografía por cortesía de Al Moller.*



*Un ejemplo artístico de una Supercélula de Alta Precipitación.*

## Guía Práctica del Observador

### Tormentas Severas Locales

- Tornados potencialmente ocultados por precipitación fuerte (envueltos por la lluvia)
- Precipitación muy fuerte con inundación repentina

### Indicaciones Visuales de Supercélulas

- Una pared nubosa giratoria indica la presencia de una corriente ascendente giratoria
- Estrías a los lados de la tormenta, rayas nubosas o grupos nubosos que causan una apariencia como de poste de barbero o sacacorchos, indican que la corriente ascendente de la tormenta gira, vistas en general en las Supercélulas de Baja Precipitación o Clásicas
- Grupos nubosos de entrada, tales como una “cola de castor,” desembocan en la tormenta. La cola de castor es un grupo nuboso liso y casi plano que se extiende del borde este de la nube sin lluvia hacia el este.



*Grupo nuboso de entrada. La nube lisa y plana en el lado más bajo a la derecha se refiere a menudo como la cola de castor.  
Fotografía por cortesía de Roger Edwards.*

### Granizo y Vientos Severos

**Granizo:** El NWS emite una alerta de tronada severa para el granizo de 1 pulgada/2.54cm de diámetro o más grande. Al informar del granizo, es mejor medir el granizo cuando hay seguridad de hacerlo. Si usted no tiene regla ni otro instrumento de medida, el tamaño del granizo se puede relacionar indirectamente a las monedas o pelotas deportivas, como en esta tabla:

|                       |             |         |
|-----------------------|-------------|---------|
| Balines               | Menos de ¼" | (6mm)   |
| Guisante              | ¼"          | (6mm)   |
| 10 centavos           | 7/10"       | (18mm)  |
| 1 centavo             | ¾"          | (19mm)  |
| 5 centavos            | 7/8"        | (22mm)  |
| 25 centavos           | 1"          | (25mm)  |
| Medio Dólar           | 1-1/4"      | (32mm)  |
| Nuez o Bola de pimpon | 1-1/2"      | (38mm)  |
| Pelota de golf        | 1-3/4"      | (44mm)  |
| Limón                 | 2"          | (51mm)  |
| Pelota de tenis       | 2-1/2"      | (64mm)  |
| Béisbol               | 2-3/4"      | (70mm)  |
| Manzana grande        | 3"          | (76mm)  |
| Softbol               | 4"          | (102mm) |
| Toronja               | 4-1/2"      | (114mm) |

*Una tormenta de granizo. Fotografía por cortesía de la NOAA.*

## Guía Práctica del Observador Tormentas Severas Locales

**Vientos Destructivos:** El NWS emite alertas cuando los vientos de una tronada se esperan alcanzar 58mph (50 nudos)/93km/h o más rápido.

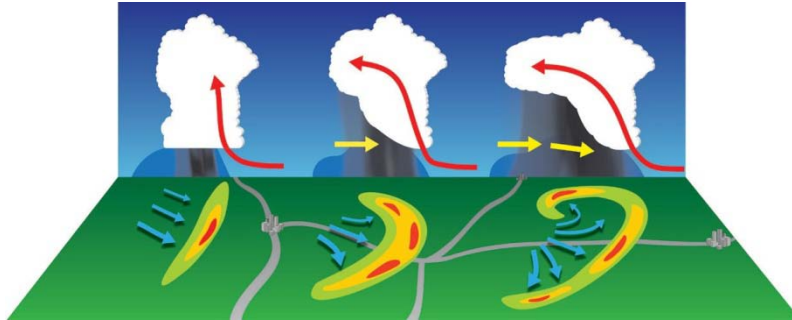
**Fuerte Corriente Descendente:** Este término se refiere a una área de vientos fuertes y con frecuencia destructivos producidos por aire que desciende rápidamente en una tronada. Las fuertes corrientes descendentes a veces se describen como una microrráfaga cuando cubren una área menos de 2.5 millas cuadradas/4km<sup>2</sup> y duran 3 hasta 7 minutos, o macrorráfaga cuando cubren áreas más grandes o duran por más de 7 minutos. Raras veces, las fuertes corrientes descendentes contienen velocidades de viento excediendo de 150mph/241km/h. Las fuertes corrientes descendentes, microrráfagas y macrorráfagas, se describen como microrráfaga con precipitación o sin precipitación.

- **Con Precipitación:** La lluvia acompaña los vientos destructivos.
- **Sin Precipitación:** Muy poca lluvia acompaña los vientos destructivos y a veces todo lo que se ve es la precipitación que evapora (véase *virga*, abajo) o el polvo que se levanta de la tierra.



*Una serie de la microrráfaga. Fotografías por cortesía de William Buntin.*

**Eco en Arco:** Una línea en forma de arco de células convectivas, que se ve mejor en radar y con frecuencia está relacionada con franjas de vientos en línea recta destructivos y pequeños tornados.



*Un diagrama indicando el desarrollo de un eco en arco.*

**Derecho:** Un derecho es un evento extenso, normalmente con movimiento rápido y provocado convectivamente de vientos destructivos. Los derechos pueden ser resultado de ecos en arco, supercélulas, agrupamientos o líneas multicelulares o una combinación de cualquiera de éstos. Ellos pueden producir vientos de línea recta destructivos cubriendo un área cientos de millas/kilómetros de largo y más de 100 millas/161km de ancho. Debido al extento grande de área, un evento normalmente no se clasifica como un derecho hasta que sea organizado.

*Una nube cinturón frente a una Línea de Turbonada (una línea de tronadas severas). Esta nube causó vientos destructivos y daño significativo el 14 de Julio de 2010. Fuente: Wikimedia.*

## Guía Práctica del Observador Tormentas Severas Locales

**Aproximando Velocidad del Viento:** A menudo es difícil aproximar la velocidad del viento, en especial en las llanuras donde hay pocos indicadores para observar el daño. Abajo está la Escala de Vientos Beaufort para aproximar las velocidades del viento. Esta es solamente una guía aproximada. Daños reales pueden ocurrir con velocidades más suaves o fuertes.

| Velocidad del Viento (mph/km/h) | Efectos  |
|---------------------------------|--|
| 25-31/40-50                     | Ramas grandes en movimiento  |
| 32-38/51-61                     | Arboles enteros en movimiento  |
| 39-54/63-87                     | Ramitas se quiebran, el viento impide el caminar   |
| 55-72/89-116                    | Daño de antenas de televisión, ramas grandes se quiebran   |
| 73-112/117-180                  | Las superficies de los techos despegan, ventanas se quiebran, se tumban casas móviles  |
| 113+/182+                       | Techos vuelan de las casas, edificios poco sólidos y casas móviles destruidos, árboles grandes arrancados, automotores vuelan de los ferrocarriles |



*Una ciudad cerca de Desoto, MO, alcanzado por tronadas que produjeron 20 a 30 minutos de vientos severos aproximados entre 80 y 100 mph/129 y 161km/h, 6 de mayo de 2003. Fotografía por cortesía de NOAA.*



### Observando las Fuertes Corrientes Descendentes

Hay varias indicaciones visuales que una fuerte corriente descendente está en marcha o por ocurrir.

**Virga:** La precipitación proviene de la nube, pero no alcanza la tierra. La atmósfera debajo de las nubes tiende a estar muy seca y la lluvia evapora antes de llegar a la tierra. Los vientos racheados ocurren en el área de la virga.



*La virga con una microrráfaga sin precipitación. Fotografía por cortesía de Brian Morganti.*

**Pie de Lluvia:** El pie de lluvia es una curva externa y visible del área de precipitación cerca de la tierra, marcando un área de fuertes vientos de salida.



*Una microrráfaga con precipitación con un pie de lluvia a la izquierda del área de la columna de lluvia. Fotografía por cortesía de Brian Morganti.*

**Guía Práctica del Observador**  
**Tormentas Severas Locales**



*Una microrráfaga con precipitación. Fotografía por cortesía de Jim LaDue.*

**Pie de Polvo:** Una columna de polvo/tierra que se levanta mientras que la fuerte corriente descendente alcanza la tierra y se retira del punto de impacto.



*Un pie de polvo/una microrráfaga. Fotografía por cortesía de Brian Morganti.*

### Inundaciones Súbitas

- El agua sube rápidamente con poca o no advertencia.
- Ocurren en terreno empinado, pero también pueden ocurrir en áreas urbanas cuando sistemas de alcantarillado no pueden vaciar rápidamente el agua que corre sobre grandes áreas del pavimento
- Ocurren normalmente debido a lluvias intensas, marejada ciclónica, barrera de hielo, rupturas de presas o tsunamis



*Una inundación súbita en Fort Collins, Colorado en 1997.  
Fotografía por cortesía de John Weaver.*

### Relámpago

- El relámpago es una descarga eléctrica que ocurre en las tronadas, pero puede ocurrir en los huracanes, erupciones volcánicas y grandes incendios descontrolados.
- Las descargas de relámpago pueden ocurrir entre áreas cargadas opuestamente en la nube de la tronada o entre cargas opuestas en la nube y en la tierra.
- En los Estados Unidos, hay aproximadamente 20 hasta 25 millones de relámpagos de nube a tierra cada año.
- El relámpago mata un promedio de 30 hasta 50 personas al año en los Estados Unidos y hiere cientos más.
- Cualquier relámpago o trueno indica que existe una atmósfera cargada y por consiguiente una situación peligrosa.

## Guía Práctica del Observador

### Tormentas Severas Locales

- Las etapas iniciales del desarrollo de la tronada producen con frecuencia un breve plazo de relámpago en las nubes, que se oye como un chisporroteo o estruendo arriba. Mientras que la tronada sigue desarrollando, usted puede ver relámpago de nube a tierra.
- La gran cantidad de relámpago de nube a tierra existe entre cargas negativas en la parte media hasta la parte baja de la nube y la tierra cargada positivamente. Un pequeño porcentaje de relámpagos ocurre entre la parte superior cargada positivamente de la nube y la tierra cargada negativamente. Estos rayos positivos pueden alcanzar más de 10 millas/16km de la madre tormenta.
- Mientras que la corriente ascendente de una tormenta se debilita, el área cargada negativamente en la parte inferior de la tormenta disminuye y una mayor porcentaje de rayos positivos ocurren.
- Las corrientes descendentes de algunas tormentas fuertes y severas arrastran hacia abajo una carga positiva provocando rayos positivos cerca del área más intensa de la tormenta.
- **El Relámpago Cargado Positivamente:** Este tipo de relámpago compone menos de 5% de todos los rayos. La mayoría de relámpago positivo se inicia en los niveles altos de la tormenta, y tiene una carga más fuerte que la mayor parte de los rayos cargados negativamente. Estos rayos son muy brillantes y pueden incendiar hierba, broza o árboles cuando los alcanzan. Los rayos pueden alcanzar hasta más de 10 millas/16km de la madre tormenta.
- **El Relámpago Cargado Negativamente:** El relámpago negativo compone más de 95% de todo los rayos. Mientras la carga eléctrica no es normalmente tan fuerte como un rayo positivo, todavía basta matar a los que están afuera sin refugio adecuado.



*Unos rayos de nube a tierra. Fotografía por cortesía de Tom Warner.*

## **La Formación del Tornado**

El tornado es una de las creaciones más feroces de la naturaleza. Cada año los tornados constituyen un peligro considerable alrededor de los Estados Unidos. Los observadores de tormentas pueden ayudar a aumentar el tiempo de plazo de anticipación de aviso por reconocer e informar las claves relacionadas al desarrollo del tornado y las varias etapas del ciclo de vida del tornado. Esta sección describe los rasgos típicamente observados antes de la formación de un tornado, durante la existencia de un tornado, y cuando el tornado disipa.

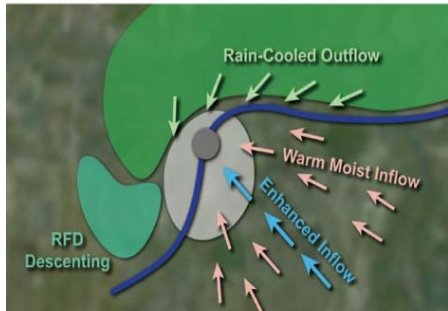
### **Las Pistas Visuales de la Formación de un Tornado**

- Una base sin lluvia grande y redondeada. Esta puede indicar la presencia de un mesociclón.
- Un giro creciente en la pared nubosa y la base de la nube alrededor de la pared nubosa. Esta puede indicar que la rotación en los niveles bajos aumenta.
- El cielo despejado que desemboca en la base sin lluvia, la cual indica que una parte de la corriente descendente de flanco de atrás arrolla alrededor del mesociclón. Con frecuencia esto previene o acompaña a la formación de un tornado en las tronadas supercelulares.
- Movimientos verticales rápidos, fractostratos (véase pág. 49), ascenso a la pared nubosa, movimiento descendente alrededor de la pared nubosa desde la corriente descendente de flanco de atrás.
- Un reventón local de lluvia/granizo intenso al oeste o sudoeste de la pared nubosa. De vez en cuando, esto es precursor de un tornado.

¡Un tornado puede formar dentro de unos minutos si estas pistas aparecen! En otros casos, el flujo de salida detrás del frente de ráfagas puede extenderse de la tormenta y cortar el proceso de formación. No se requieren todas las indicaciones incluidas arriba para el desarrollo de un tornado; sin embargo, las tormentas que indican la mayor parte o algunos de estos rasgos tienen mejor probabilidad de producir un tornado.

## Guía Práctica del Observador Tormentas Severas Locales

### La Etapa Incipiente



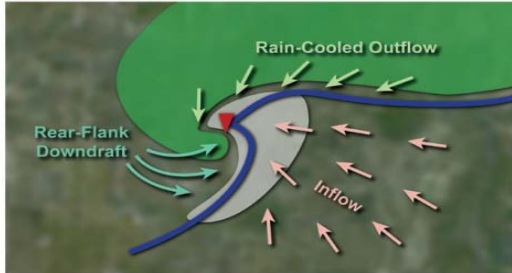
*Unos tornados incipientes y de primera fase. Se ven hacia el oeste o el noroeste. Note las pistas visuales de rotación, ranuras claras alrededor de las nubes paredes y las nubes en forma de embudo de condensación que desarrollan.*

*Fotografías por cortesía de Joel Genung, Scott Blair, Roger Edwards.*

Las circulaciones de tornados pueden desarrollarse o de la tierra hacia arriba o de los niveles medios y bajos hacia abajo.

- La corriente descendente de flanco de atrás y precipitación sudoeste de una nube pared puede indicar procedimientos que ayudan a que un tornado desarrolle.
- Algunas circulaciones comienzan en los niveles bajos, cerca de la base nubosa, con aceleraciones rápidas de material nuboso en un área de rotación estrecha.
- ¡Mire atentamente! La primera indicación del desarrollo de un tornado puede ser un remolino en la tierra. Si se ve esto, observe atentamente este remolino para ver si está conectado a la base de la nube.

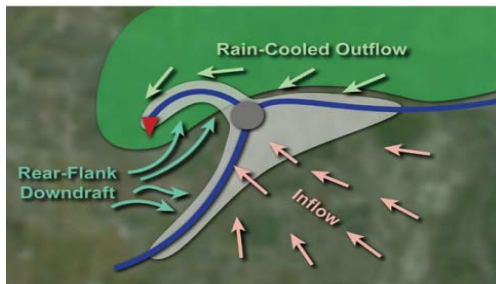
## La Etapa Madura



*Unos tornados maduros. Se ven hacia al norte y al noroeste. Note la orientación casi vertical de los embudos de condensación y las ranuras claras avanzando alrededor de las nubes paredes. Fotografías por cortesía de Scott Blair, Roger Edwards, Robert Prentice.*

- Tal vez la etapa más fuerte y peligrosa de la vida de un tornado.
- Con frecuencia el embudo tiene una orientación casi vertical.
- El embudo visible no se puede extender hasta la tierra, o puede ocultarse dentro de la precipitación que lo arrolla.
- A menudo la corriente descendente de flanco de atrás arrolla al lado sur y este de la nube pared lentamente cortando el flujo de entrada original.
- La base sin lluvia puede asumir una apariencia en forma de una herradura. El tornado y la nube pared puede encontrarse en la parte norte de esta formación.

## La Etapa de Disipación



Unos tornados de la etapa de disipación o de cuerda. Note las nubes de escombros superficiales o de condensación tocando la tierra, indicando la continuación de vientos destructivos. También note la apariencia inclinada y retorcida de los embudos de condensación. Fotografías por cortesía de Chuck Doswell y Roger Edwards.

- La corriente descendente de flaqueo de atrás envuelve al tornado.
- El tornado se separa del aire cálido y ligero que el tornado necesita para seguir.
- El tornado encoge, retorce y asume una apariencia de serpiente retorcida antes de disipar al final. A veces esto se refiere a la etapa de cuerda.
- Aunque el tornado no es tan grande como era en la etapa madura, todavía puede ser peligroso.



### Las Supercélulas Cíclicas

*Una supercélula cíclica, con la vista al nordeste hacia Stockton, Kansas, 9 de junio de 2005. Note el tornado anterior y la ranura clara en el primer plano a la izquierda y el nuevo tornado a la derecha en el fondo. Fotografía por cortesía de Scott Blair.*



*Unos tornados simultáneos de dos mesociclones distintos, mirando hacia el oeste: a la izq., un tornado en la última etapa completamente condensado y de un mesociclón anterior; der., un tornado sin condensación desembocando en la nube de escombros y haciéndose mejor organizado en el más reciente mesociclón, Zurich, Kansas, 9 de junio de 2005. Fotografía por cortesía de Chuck Doswell.*



- En algunas supercélulas el flujo de entrada puede volver a dirigirse unas pocas millas/unos pocos kilómetros al este del tornado que disipa.
- Si el ambiente es favorable, un nuevo mesociclón y una nube pared van a formar.
- El nuevo mesociclón y nube pared serán partes dominantes de la tormenta y un nuevo tornado puede formar.
- Para su seguridad, mire hacia arriba con frecuencia cuando usted está cerca de la región del flujo de entrada de la supercélula.

### **Las Variaciones de la Apariencia de Tornados**

Los tornados pueden ocurrir en varias formas y tamaños. Hay abajo algunas fotografías de los varios tipos que pueden encontrarse.



*Un tornado en forma de lápiz que causó daños en la escala de F5 cerca de Union City, Oklahoma, el 24 de mayo de 1973. Fotografía por cortesía de Chuck Doswell.*



*Un tornado de forma cónica con un abanico de escombros, hacia el sur de Hill City, Kansas, mirando al oeste, el 9 de junio de 2005. Fotografía por cortesía de Elke Edwards.*



*Un tornado "en cuña," donde el embudo visible es más ancho que la distancia entre la tierra y la base de la nube circundante; mirando hacia el noroeste cerca de Argonia, Kansas, el 29 de mayo de 2004. Fotografía por cortesía de Robert Prentice.*

**Formación del Tornado**  
**Sección 3**

*Un tornado con cola de escorpión hasta la forma de cuerda cerca de Mclellan, Texas, el 20 de mayo de 1999.  
Fotografía por cortesía de Roger Edwards.*



*Un tornado nocturno fatal cerca de Westminster, Texas, el 9 de mayo de 2006.  
Fotografía por cortesía de Eric Nguyen.*



*Un embudo de condensación con forma de tazón encima de una nube de escombros bien desarrollada de un tornado cerca de Aurora, Nebraska, el 17 de junio de 2009.  
Fotografía por cortesía de Roger Edwards.*



**Guía Práctica del Observador**  
**Tormentas Severas Locales**

**Tornados de Vórtices Múltiples** tienen dos o más circulaciones o vórtices que orbitan entre ellos o alrededor de un centro común.



*Un tornado con vórtices múltiples cerca de Glen Elder, Kansas, el 29 de mayo de 2008. Fotografía por cortesía de Scott Blair.*

**Tornados en Forma de Cuerda** indican con frecuencia que un tornado se debilita o disipa. Aun así, tales tornados pueden contener circulaciones terrestres mortales y destructivas, si son visibles o no lo son.



*Un tornado en forma de cuerda cerca de Saint Peter, Kansas, el 22 de mayo de 2007; mirando hacia el nordeste. Fotografía por cortesía de Roger Edwards.*



*Unos tornados no supercelulares desarrollándose en la parte principal de una línea de turbonada, donde una base de la corriente ascendente todavía no se ha cortado por el flujo de entrada; sacada cerca de Fort Dodge, Iowa, el 11 de junio de 2004. Fotografía por cortesía de Roger Edwards.*

## La Formación del Tornado

### Sección 3

**El Tornado No Supercelular** no se presenta de la rotación a la escala de tormenta organizada, y por eso no está comúnmente relacionado a la nube pared visible ni al mesociclón indicado por el radar. Típicamente se observan estos tornados debajo de los cúmulos y cumulonimbos acastillados, con frecuencia como un remolino de polvo, y son los equivalentes basados en la tierra de trombas marinas no supercelulares.



*Un tornado no supercelular de una tronada individual y con base alta en Colorado en 1988. Fotografía por cortesía de David O. Blanchard.*



*Un tornado no supercelular de una tronada con base alta cerca de Venango, Kansas, en 1997. Fotografía por cortesía de David O. Blachard.*

*Un tornado no supercelular de una línea de cumulonimbos acastillados cerca de Kit Carson, Colorado, el 19 de junio de 2008. Fotografía por cortesía de Roger Edwards.*



## Guía Práctica del Observador Tormentas Severas Locales

Una **tromba marina** es un tornado sobre el agua. Hay dos tipos de trombas marinas. La tromba marina Tipo A forma en una tronada supercelular y es un vórtice violento y potencialmente destructivo que mueve con frecuencia rápidamente y es capaz de causar daños de edificios significativos si toca la tierra.

La tromba marina Tipo B es normalmente menos violenta, mueve más lenta y es menos destructiva. El Tipo B se desarrolla tan rápido por debajo de una línea de cúmulos que se desarrolla rápidamente. Los vientos cerca de la base de una tromba marina Tipo B pueden alcanzar y exceder de la fuerza de galerna (34 nudos/63km/h), que son bastante fuertes para tragar o volcar una embarcación pequeña. Todas las trombas marinas representan una amenaza a la seguridad del que disfruta de la navegación y deben ser evitadas.

**Los Dobles de Nubes de Tornados y de Embudos:** Varios rasgos atmosféricos y artificiales pueden equivocarse como tornados. Algunos de los más comunes son:

- Los fractostratos
- Columnas de Lluvia
- Gustnados
- Nubes en Cola
- Humo
- Torres de Comunicación
- Elevadores de Grano
- Remolinos de Polvo

Para distinguir entre un tornado real o un embudo y uno de los dobles arriba, estudie el rasgo y sea capaz de contestar las siguientes preguntas:

1. ¿Puedo verlo claramente?
2. ¿Está conectado el rasgo a la base de la tronada?
3. ¿Está el rasgo en la sección de la tormenta donde los tornados/embudos típicamente se desarrollan, es decir, cerca de la corriente ascendente?
4. ¿Hay rotación organizada presente dentro del rasgo?
5. Si parece tornado ¿hay escombros?

Si la respuesta de cualquier pregunta es que “no,” entonces el rasgo probablemente no es un tornado.

Si hay duda, siga observando el rasgo. **Importante: dé un informe solamente de lo que usted observa, no de lo que piensa que observa.**



*Los fractostratos cerca de Julesburg, Colorado, el 1 de junio de 2008.  
Fotografía por cortesía de Chuck Doswell.*

## Formación del Tornado Sección 3

Los fractostratos son fragmentos bajos de nubes que pueden conectarse a la base de una tormenta y plenamente pueden imitar la apariencia de un embudo irregular. Algunos fractostratos pueden ascender de o cerca de la tierra dejando la impresión que es un tornado. Observe una rotación persistente del rasgo sospechoso para excluir los fractostratos.

*Una columna de precipitación de una supercélula con base alta cerca de Wray, Colorado, el 1 de Julio de 2005.  
Fotografía por cortesía de Chuck Doswell.*



*El humo tragado en una nube pared cerca de Gotebo, Oklahoma, 1984.  
Fotografía por cortesía de David O. Blanchard.*



**Guía Práctica del Observador**  
**Tormentas Severas Locales**

Un **Remolino de Polvo** es normalmente viento pequeño que gira rápidamente que se hace visible por el polvo, tierra o escombros que se recogen. También conocido como un remolino de viento, se desarrolla mejor durante las tardes despejadas, secas y cuando hace calor.



*Unos ejemplos de remolinos de polvo por todo el oeste de los Estados Unidos en 1985 y 1986.  
Fotografías por cortesía de David O. Blanchard.*



## La Tecnología y Observación de Tormentas

### El Radar Doppler

La herramienta más eficaz de detectar la precipitación es el radar. Radar, que significa Detección y Medición de distancia por Radio, ha sido utilizado para detectar precipitación, y en especial las tronadas, desde los 1940. Las mejoras de radar han permitido que los meteorólogos del NWS analicen las tormentas más precisamente.

Los radares del NWS utilizan principios meteorológicos de radar Doppler. Todos los radares meteorológicos, incluyendo el Doppler, convierten electrónicamente las ondas reflejadas de radio en imágenes indicando la ubicación e intensidad de la precipitación; pero, los radares Doppler también pueden medir el cambio de frecuencia en las ondas de radio retornadas, las cuales permiten que los meteorólogos expongan los movimientos hacia o lejos del radar.

Esta capacidad de detectar movimiento ha mejorado mucho la capacidad del meteorólogo para ver dentro de las tronadas y de determinar si hay rotación en la nube, a menudo un precursor al desarrollo de tornados.

### Las Imágenes Meteorológicas del Radar Doppler

La **Reflectividad** es la cantidad de potencial transmitido retornada al receptor del radar después de alcanzar la precipitación. Se mide en decibelios (dBZ). La **Reflectividad Compuesta** utiliza todas las exploraciones de elevación de radar para hacer una imagen y expone verticalmente la máxima reflectividad en cualquier punto. Las imágenes de **Precipitación** (Total de 1 Hora y de la Tormenta) se hacen por aplicar algoritmos informáticos a las imágenes de reflectividad para aproximar la lluvia.

Las imágenes de **Velocidad** son ejemplos de datos del viento usando los principios de Doppler. El color rojo indica la velocidad del viento de salida y el verde indica la velocidad del viento de entrada medida en nudos relativa al radar. La **Velocidad Relativa a la Tormenta (SRM** por sus siglas en inglés) resta el movimiento de la tormenta del viento total para revelar los vientos relativos a la tormenta. Esta imagen es útil para exponer circulaciones de escala pequeña dentro de las tronadas.

## Guía Práctica del Observador Tormentas Severas Locales

*Los datos de la velocidad del viento Doppler indicando circulación tornádica cerca de Van Wert, Ohio, el 10 de noviembre de 2002.*

### Las Imágenes de Satélite

Los satélites del NWS pueden dar información sobre las nubes y humedad de tres formas primarias: **Visible**, **Infrarroja (IR)** por sus siglas en inglés) y **Vapor de Agua**.

La **Imagen Visible** indica el planeta en luz visible. Este proceso es igual que una persona que saca una fotografía con una cámara. El satélite detecta la luz del sol reflejada de los objetos en el visor. En el caso del satélite, los objetos son las superficies superiores nubosas. Las nubes espesas reflejan mejor la luz y por eso aparecen más brillantes en las imágenes visibles.

El problema con las imágenes visibles es que solamente está disponible durante el día. Para resolver este problema, se inventó el sensor **infrarrojo (IR)**. El detecta la energía radiante (de calor) emitida por las nubes. Las nubes cálidas, que están más bajas en la atmósfera, emiten más energía que las nubes más altas y frías. El sensor infrarrojo mide el calor y produce varias imágenes basadas en las diferentes longitudes de las olas en el rango infrarrojo del espectro electromagnético.

*Una imagen de satélite visible indicando las cimas penetrantes sobre Arkansas el 21 de enero de 1999.*

Las **imágenes de vapor de agua** son únicas en que pueden detectar el agua en un estado de gas además de las nubes. Este tipo de imagen indica el vapor de agua en un tercio de la tropósfera. La energía de humedad en los niveles bajos de la atmósfera está absorbida por la atmósfera y escondida del sensor de satélite. Las áreas en altura húmedas y secas son observables claramente y pueden indicar corrientes de aire prominentes. Las áreas húmedas parecen blancas mientras las áreas secas parecen negras.

*Una imagen infrarroja (IR) de una tronada que produjo un tornado cerca de Xenia, Ohio, el 20 de septiembre de 2000.*

### **Los Tipos de Satélites**

La trayectoria alrededor de la tierra del Satélite Ambiental Operacional Geoestacionario (GOES por sus siglas en inglés) alcanza una altitud de 22,236 millas/35785km. A esta distancia el satélite hace una órbita de la tierra en 24 horas. El resultado neto es que los satélites parecen estacionarios, relativo a la tierra. Esto permite que él sobrevuele continuamente una posición de la superficie. Desde que se quedan sobre un lugar fijo de la superficie, pueden dar una mirada continua de las condiciones atmosféricas meteorológicas severas. Los Estados Unidos operan dos satélites meteorológicas en órbita geoestacionaria, uno sobre el ecuador a los 75 grados al oeste con una vista de la Costa del Este y el otro sobre el ecuador a los 135 grados al oeste, con una vista de la Costa del Oeste.

Los Satélites Ambientales en Orbita Polar (POES por sus siglas en inglés) dan la ventaja de cobertura global diaria por hacer órbitas casi polares aproximadamente 14.1 veces al día. Desde que la cantidad de órbitas al día no es un entero, las trayectorias orbitales no repiten en una base diaria. Actualmente hay satélites en órbita por la mañana y por la tarde, los cuales dan cobertura global cuatro veces al día.

## **Los Tipos de Tormentas Comunes en el Radar**

### **La Tronada de Célula Individual**

Este tipo de tronada se desarrolla en ambientes de cizalladura vertical débil caracterizados por un centro individual de la corriente ascendente y una corriente descendente individual que desciende en la misma área que la corriente ascendente. La corriente descendente y su límite de la corriente de salida luego cortan el flujo de entrada de la tronada, haciendo que la corriente ascendente y la tronada disipen. Las tronadas de célula individual duran un corto plazo, aproximadamente una media hora hasta una hora. Estas tronadas de vez en cuando se harán severas (granizo de 1 pulgada/2.54cm, las ráfagas exceden de 58mph/93km/h, o un tornado), pero sólo brevemente. En este caso, se llaman Tronadas Pulsantes Severas.

*Una tronada de célula individual observada por el radar de Boston el 9 de junio de 2008.*

**Guía Práctica del Observador**  
**Tormentas Severas Locales**

**La Tronada Multicelular**

Las tronadas multicelulares se organizan en agrupamientos por lo menos de 2 hasta 4 células de corto plazo. Cada célula genera una corriente de salida que combinan para formar un enorme frente de ráfagas. La convergencia a lo largo del frente de ráfagas hace que nuevas células se desarrollen cada 5 a 15 minutos. Las células mueven casi con el viento medio; pero, el movimiento del área (de la tormenta) normalmente se desvía considerablemente del viento medio debido a la discreta propagación (el desarrollo de una nueva célula) por el frente de ráfagas. La naturaleza Multicelular de la tormenta es normalmente aparente en el radar con centros de reflectividad múltiples y máximas capas.

*Este agrupamiento multicelular de tormentas produjo ráfagas de 60mph/97km/h en varias tormentas, resultando en ramas grandes quebradas en la parte oeste de Montana cerca de Missoula, Montana. La imagen viene del Radar Doppler del NWS/Missoula el 4 de junio de 2007.*

### **La Línea Multicelular**

Una línea de tronadas activas, con una interrupción o no, incluyendo áreas de precipitación contiguas, como resultado de la existencia de las tronadas.

*Una línea multicelular de tronadas sin interrupción, observada por el Radar de la Ciudad de Oklahoma el 7 de septiembre de 2001. Un eco en arco es obvio en el centro de la línea, al sudeste de KTLX, con un frente de ráfagas que lleva la línea al sur del arco. Cerca del eco en arco, se midieron las velocidades de los vientos de 60 nudos/111km/h. Se informó granizo de 1.75 pulgadas/4cm de diámetro en el lado sur de la línea de tronadas en Oklahoma.*

### **La Tronada Supercelular**

Las tronadas supercelulares tal vez son las más peligrosas de los tipos de tormentas convectivas. Las tormentas que tienen esta estructura han sido observadas generando la inmensa mayoría de los tornados (F2-F5) más fuertes y violentos de largo plazo, y también daños hechos por una fuerte corriente descendente y piedras grandes. Este tipo de tormenta consiste en una corriente ascendente cuasiestacionaria hasta giratoria que puede durar por varias horas.

## Guía Práctica del Observador Tormentas Severas Locales

El radar observará una célula de corto plazo, pero pequeñas perturbaciones de la estructura celular pueden ser evidentes. La más fuerte la corriente ascendente, la mejor probabilidad de que la supercélula produzca tiempo severo, granizo más de 1 pulgada/2.54cm de diámetro, ráfagas de más de 58mph/93km/h, y tal vez un tornado.

*Una tronada supercelular con un eco en forma de gancho observada por el Radar de Oklahoma el 3 de mayo de 1999. Esta tormenta produjo un tornado F5 que alcanzó Bridge Creek, Moore y la Ciudad de Oklahoma con daños de tormenta informados en una trayectoria hasta una milla/1.6km de ancho.*

### Las Indicaciones de Radar de Tiempo Severo

Un **eco en forma de gancho** es un patrón de reflectividad del radar en que hay una forma de gancho, normalmente en la cola de una tormenta Supercelular. Este gancho forma cuando la precipitación se hace envuelto en el mesociclón de la tormenta y es una región favorable para que se desarrolle un tornado.



*Los rasgos de radar de un eco en arco en el sudeste de Illinois el 3 de junio de 2008.*

Un **eco en arco** ocurre cuando una parte de una línea de tronadas acelera delante del resto de la línea. Esto produce una curva, o arco, en la línea. Esta aceleración del eco de radar es una reflexión de los fuertes vientos “en línea recta” localizados en la superficie o cerca de ella.

Las observaciones y el análisis después de la tormenta indican que la más grande amenaza para el daño hecho por los vientos en línea recta se encuentra típicamente cerca del borde principal, o ápice, del arco.

Otra característica de radar de los ecos en arco maduros es la región de reflectividad débil quedándose inmediatamente detrás de la línea arqueada de las fuertes tormentas. Esta debilidad en la reflectividad es causada por un flujo descendente de aire desde los niveles medios de la atmósfera.

A veces el daño hecho por el viento significativo y aún tornados débiles pueden ocurrir también en la parte del norte del segmento linear en arco dentro de la región de la **cabeza de la estructura en coma** que gira ciclónicamente (en sentido contrario al reloj).

## Guía Práctica del Observador Tormentas Locales Severas

*Una línea de turbonada severa, conocida como un derecho, en el noroeste de Ohio, el 21 de mayo de 2004.*

Los ecos en arco que son grandes, organizadas y de largo plazo pueden desarrollarse y mover por varios estados produciendo franjas largas de daños hechos por el viento. Este tipo de sistema convectivo se conoce con frecuencia como un **derecho**.

En una tronada severa, piedras grandes y cubiertas de agua suspendidas arriba reflejan energía del radar de una manera compleja. Este efecto hace que un máximo estrecho de reflectividad sobresalga del centro de la reflectividad intensa de la imagen. Este rasgo se conoce como un **máximo de dispersión de tres objetos**. El máximo está a lo largo de un radial, el haz de radar en ese específico acimut. En términos básicos éste es causado por el haz de radar alcanzando la piedra cubierta de agua grande, dispersando la energía hacia la tierra abajo, luego volviendo a dispersar la energía arriba, y por fin dispersando la energía una y otra vez por el granizo arriba.

Las tres dispersiones ilustran la triple reflexión o el Máximo de Dispersión de Tres Objetos (TBSS por sus siglas en inglés). La presencia de un máximo de granizo es un indicador fidedigno que granizo severo, más de 1 pulgada/2.54cm de diámetro, ocurre en la tormenta.

*Un Máximo de Dispersión de Tres Objetos el 6 de junio de 2005, observada por el radar de Cannon Air Force Base, Nuevo México. (TBSS)*

La **región de eco débil acotada** (REDA) es una canal casi vertical de ecos de reflectividad débiles rodeados por todos lados y arriba por reflectividades de radar más altas. El centro de la reflectividad débil es resultado de corrientes ascendentes de la tormenta fuertes llevando hidrometeoros hacia arriba tan rápido que éstos no se desarrollan al tamaño de la detección en el radar sino hasta alcanzar los niveles de tormenta altos. La REDA está relacionada a las velocidades muy fuertes de la corriente ascendente de la tormenta y se encuentra típicamente de 3 hasta 10 km por encima de la tierra.

Las velocidades fuertes de la corriente ascendente relacionadas a las supercélulas suspenden el granizo sobre la corriente ascendente hasta que el granizo crezca demasiado grande para que los vientos de la corriente ascendente lo sostengan. En ese momento, el granizo cae hacia la tierra. Las piedras más grandes caen junto al área de la corriente ascendente de la supercélula, en general del lado oeste al del norte del mesociclón.

Unos **patrones en V** son patrones de reflectividad del radar que tienen una forma de V en la parte de la dirección del viento del eco de una tronada supercelular. Este patrón en V es una indicación de flujo divergente alrededor de la corriente ascendente muy fuerte de la tormenta.

**Guía Práctica del Observador**  
**Tormentas Severas Locales**

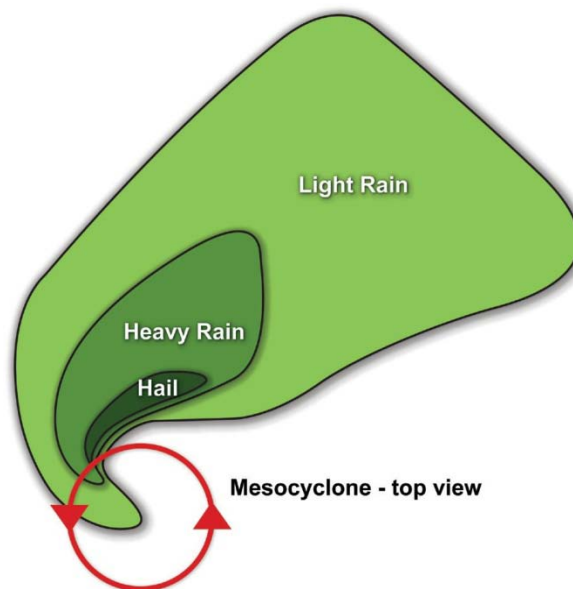
*La Región de Eco Débil Acotada (REDA) indicada en una sección transversal del tornado en la Ciudad de Oklahoma el 3 de mayo de 1999.*

*El Patrón en V en una tormenta supercelular el 24 de junio de 2008, del radar KLNK.*

## El Movimiento de la Tormenta y la Ubicación del Observador

Los observadores de tormentas continuamente deben ser conscientes de la ubicación y el movimiento de tormentas. Desde que alguno de estos puede ser difícil de determinar visualmente, es una buena idea aprovechar de los datos del radar para tener ayuda con estos críticos detalles. Una vez que usted sabe dónde está la tormenta y en qué dirección se mueve, puede determinar dónde ubicarse para ver la región de la corriente ascendente de la tormenta. Para observar una tormenta moviendo hacia el noreste, la mejor ubicación sería al sudeste de la tormenta. Desde esta dirección, puede ver claramente la región sin lluvia de la corriente ascendente de la tormenta donde nubes paredes y tornados relacionados pueden formar. En cualquier otra dirección, la lluvia y el granizo no pueden dejarle ver la región de la corriente ascendente de la tormenta.

Nunca asuma que todas las tormentas se mueven desde el sudoeste hacia el noreste. Las tormentas típicamente se mueven en la misma dirección como los vientos atmosféricos en los niveles medios, así que puede experimentar tormentas moviendo desde el oeste, noroeste o aun desde el norte. Las tormentas supercelulares a veces mueven (vuelven) a la derecha de los vientos de los niveles medios, y estas tormentas típicamente tienen el poder de hacerse severas. Recuerde que las tormentas no se mueven en una línea recta con una velocidad constante. Es importante tener información actual acerca del movimiento y de las acciones de las tormentas en su área y usar esta información para evitar las partes más peligrosas de la tormenta.



*El mesociclón- desde arriba.*

**Guía Práctica del Observador**  
**Tormentas Severas Locales**

*Las tormentas supercelulares con frecuencia tienen un movimiento atípico y pueden mover a la derecha o a la izquierda de las tormentas dominantes. Esta propagación puede ser peligrosa para los observadores desprevenidos.*