

En el marco de la teoría METFI (Modelo Electromagnético Toroidal de Forzamiento Interno), el **reventón térmico** adquiere un significado que va más allá de la simple descripción meteorológica convencional.

### ❖ Definición (METFI)

Un **reventón térmico**, en contexto METFI, es una manifestación abrupta de redistribución térmica vertical y horizontal asociada a una **descarga energética de origen electromagnético** que rompe el equilibrio local de humedad, presión y densidad del aire, generando:

- Una **caída brusca de temperatura** en superficie.
- **Vientos descendentes** acelerados y localmente divergentes.
- **Alteración repentina en la ionización del aire** y del contenido de aerosoles.

### ⚙ Mecanismo argumentativo desde METFI

#### Forzamiento EM latente

El reventón térmico ocurre en zonas previamente cargadas por:

- Acumulación de **cargas electrostáticas en altura** (nube o domo troposférico).
- Saturación del aire con **aerosoles ionizables**.
- Incremento en la **permeabilidad eléctrica local** (por humedad y polvo fino).

#### Pico de resonancia toroidal

Un evento de sincronización momentánea entre:

- La resonancia toroidal local del subsuelo (conducción y campo geoelectrico).
- Un pico de emisión solar o desplazamiento baricéntrico.

Esto colapsa la columna térmica vertical, forzando la caída de masas de aire caliente desde capas medias de la atmósfera, que al tocar superficie se enfrían bruscamente, expulsando el calor residual y arrastrando partículas con carga.

#### Retroalimentación explosiva

- El gradiente de presión desata **vientos convectivos explosivos**.
- Se inhibe la nubosidad estructural, dejando cielos despejados tras el evento.
- Puede acompañarse de **emisiones infrarrojas (IR) detectables por satélite**, aumento de **O<sub>3</sub> superficial** o incluso anomalías magnéticas puntuales.

### 🌐 Indicadores METFI de pre-reventón térmico

Variable	Comportamiento previo
Humedad relativa en superficie	Ascenso súbito

Variable	Comportamiento previo
Ionización del aire	Incremento puntual
Densidad óptica de aerosoles	Pico local
Presión atmosférica	Microoscilaciones
Temperatura en altura (700 hPa)	Núcleo cálido aislado
Campo eléctrico del suelo	Fluctuaciones anómalas
Espectro EM (banda VLF/ELF)	Pulsos o picos previos

## Relación con otros fenómenos METFI

- Similar a eventos de **descarga térmica inducida**.
- Puede ser precursor de una **reorganización toroidal regional**.
- Se asocia a eventos de saturación o descarga de **domos de inversión**.

## Aplicaciones del modelo

- Predicción meteorológica avanzada (preludio de tormentas secas).
- Alerta temprana de **desestabilización geofísica** o sísmica.
- Identificación de **zonas resonantes** en campos agrícolas o urbanos.

## Abstract

Este documento desarrolla, desde una perspectiva científica rigurosa y sin referencias a entidades con posibles conflictos de interés, una exposición del fenómeno conocido como **reventón térmico** en el marco de la teoría METFI (Modelo Electromagnético Toroidal de Forzamiento Interno). Se describe detalladamente su definición operacional, sus mecanismos principales —como el forzamiento electromagnético latente, el pico de resonancia toroidal y la retroalimentación explosiva—, los indicadores previos al evento, su relación con otros fenómenos del modelo METFI y las aplicaciones del modelo en ámbitos como la predicción meteorológica avanzada, alertas geofísicas y detección de zonas resonantes. Se parte de estudios científicos de renombre, como aquellos que analizan la electrificación de tormentas convectivas y su papel en la generación de reventones, y los mecanismos electromagnéticos en fenómenos convectivos extremos. Se presentan referencias clave, con un breve resumen de cada una.

**Palabras clave:** reventón térmico, METFI, electromagnetismo atmosférico, forzamiento electromagnético, resonancia toroidal, ARF (campo eléctrico atmosférico), aerodinámica convectiva.

## Introducción

En la literatura especializada, el **downburst** o reventón es definido como una intensa corriente descendente, originada en nubes convectivas como cumulonimbos, que al impactar contra la superficie genera vientos

radiales destructivos ([Wikipedia](#)). El caso particular del **reventón térmico** —también llamado explosión cálida— ocurre típicamente en condiciones de inversión térmica nocturna o matinal, cuando el aire que desciende atraviesa capas secas y cálidas y experimenta un calentamiento adiabático por compresión, provocando aumentos abruptos de temperatura y reducciones concomitantes en humedad ([blogs diariosur](#), [Meteorología en Red](#)).

La teoría METFI amplía estas explicaciones tradicionales incorporando conceptos electromagnéticos: postula que ciertos reventones térmicos tienen lugar debido a descargas electromagnéticas que provocan redistribución térmica abrupta y colapso de columnas térmicas. Bajo esta óptica, el conocimiento profundo de los fenómenos electromagnéticos atmosféricos es esencial, y es aquí donde cito investigaciones científicas sin intereses comerciales o institucionales comprometidos.

## Mecanismos electromagnéticos relevantes

### Electrificación de tormentas convectivas y relación con downbursts

Kenneth Pryor investigó la relación entre la electrificación de tormentas convectivas, su fenomenología de rayos y la generación de downbursts, concluyendo que estructuras eléctricas en la tormenta (frecuencia y polaridad de rayos, estructura de humedad vertical) influyen en la aparición de reventones ([arXiv](#)). Este vínculo abre la puerta a considerar efectos eléctricos más allá de la física puramente termodinámica.

### Modelos electrohidrodinámicos (EHD)

Maslov y Natyaganov desarrollaron un modelo basado en ecuaciones EHD que explora cómo la estructura de carga en nubes—como una configuración dipolo o tripolo—y perturbaciones del campo eléctrico atmosférico pueden favorecer la formación de downbursts y embudos tornádicos. El fenómeno se explica a través del efecto de la permittividad dieléctrica gigante (GDPE) y fuerzas electromagnéticas que, incluso en condiciones de buen tiempo, juegan un papel clave ([SpringerLink](#)).

### Experimentos sobre descargas atmosféricas y partículas cargadas

Un estudio reciente en *Frontiers* presenta experimentos en cámara de vacío bajo condiciones similares a la atmósfera superior, donde se analizan firmas electromagnéticas de descargas atmosféricas y la interacción de partículas de polvo cargadas. Los resultados muestran procesos electromagnéticos claramente identificables, útiles para su aplicación en contextos como la continuación del modelo METFI ([Frontiers](#)).

## Integración METFI: definición y causalidad

En el marco de METFI, se define el **reventón térmico** como un evento caracterizado por:

- Descarga energética electromagnética que rompe el equilibrio local de humedad, presión y densidad.
- Redistribución térmica vertical y horizontal abrupta.
- Fenómenos asociados: caída brusca de temperatura, vientos descendentes acelerados y divergentes, alteración repentina de la ionización del aire y de los aerosoles.

Se sostienen tres fases causales:

1. **Forzamiento electromagnético latente**, en zonas con cargas electrostáticas ascendentes, aire saturado de aerosoles ionizables y elevada permeabilidad eléctrica asociada a humedad o polvo.
2. **Pico de resonancia toroidal**, sincronización momentánea entre resonancia del subsuelo (geoeléctrica) y pico de emisión solar o desplazamiento baricéntrico, colapsando la columna térmica vertical.
3. **Retroalimentación explosiva**, donde gradientes de presión extremados generan vientos convectivos violentos, inhibición de nubosidades, cielos despejados posteriores, emisiones IR detectables, aumento de ozono superficial o anomalías magnéticas puntuales.

# Indicadores previos al evento (seguimiento)

Los indicadores que permiten el **seguimiento** del fenómeno incluyen:

Variable	Comportamiento previo observado
Humedad relativa en superficie	Ascenso súbito
Ionización del aire	Incremento puntual
Densidad óptica de aerosoles	Pico localizado
Presión atmosférica	Microoscilaciones detectables
Temperatura en 700 hPa	Presencia de núcleo cálido aislado
Campo eléctrico del suelo	Fluctuaciones anómalas
Espectro EM (banda VLF/ELF)	Pulsos o picos previos identificables

# Relación con otros fenómenos METFI

- Se asemeja a eventos de **descarga térmica inducida**.
- Puede anticipar una **reorganización toroidal regional**.
- Asociado a la saturación o descarga de **domos de inversión**.

## Referencias citadas y resumen breve:

1. **Pryor (2006)** – Investigó la electrificación en tormentas convectivas y su relación con la formación de downbursts ([arXiv](#)).
2. **Maslov & Natyaganov (2018/19)** – Modelo EHD que explica la creación de downbursts y tornados mediante estructuras de carga y fuerzas electromagnéticas ([SpringerLink](#)).
3. **Frontiers (2024)** – Estudios experimentales de descargas electromagnéticas en condiciones de atmósfera superior y partículas cargadas ([Frontiers](#)).

# Dinámica electromagnética y termodinámica combinada

El **reventón térmico** en el marco de METFI no puede ser comprendido únicamente desde la física atmosférica clásica. Aunque el principio adiabático explica en parte el aumento o disminución de temperatura de masas de aire descendentes, el modelo añade un elemento clave: el papel modulador del **campo electromagnético** en la estructura vertical de la atmósfera y en la distribución energética.

En condiciones previas al evento, el aire en niveles medios suele presentar una **capa de inversión térmica** que actúa como barrera física y dieléctrica. Esta inversión no solo limita el intercambio vertical de masas de aire, sino que también acumula **cargas eléctricas** y energía potencial electromagnética. Estudios como los de Maslov & Natyaganov (2018) demuestran que estas capas estratificadas, con diferencias notables de conductividad eléctrica, pueden favorecer la acumulación de potencial electrostático de forma análoga a un condensador atmosférico.

El detonante electromagnético, en este contexto, se manifiesta como una **descarga difusa o localizada** que reorganiza los gradientes de potencial. Esta reorganización no siempre implica un rayo visible: puede tratarse de una redistribución de cargas por **inducción electrostática** o por perturbaciones en frecuencias extremadamente bajas (VLF/ELF) que modifiquen la polarización de la columna de aire.

## Resonancia toroidal y sincronización energética

En el modelo METFI, la **resonancia toroidal** es un fenómeno de acoplamiento entre estructuras electromagnéticas subterráneas y patrones atmosféricos. La Tierra, debido a su configuración geomagnética y a las propiedades conductivas de la corteza, puede actuar como un toroide resonante. Cuando esta resonancia se sincroniza con perturbaciones externas —como un pico súbito en la radiación solar o un cambio baricéntrico del sistema Tierra-Sol—, se produce un **colapso del equilibrio térmico vertical**.

La física de este colapso puede representarse como un sistema autooscilante que, al recibir un impulso externo en su frecuencia natural, incrementa su amplitud de forma abrupta. En términos atmosféricos, esto implica que **la energía acumulada en capas medias se libera en forma de corrientes descendentes violentas**, que arrastran partículas cargadas y calor latente.

El resultado es doble:

1. Un **descenso brusco de temperatura en superficie** (en reventones fríos) o un ascenso súbito (en reventones térmicos propiamente dichos).
2. La dispersión lateral del flujo descendente, que puede alcanzar velocidades superiores a 80 km/h en eventos extremos.

## Retroalimentación explosiva y disipación energética

Una vez iniciado el descenso masivo de aire, el sistema entra en una fase de **retroalimentación explosiva**. La velocidad de descenso genera un incremento de presión dinámica en superficie, que a su vez refuerza el flujo divergente horizontal. Este patrón ha sido documentado en radar Doppler de alta resolución, como en los trabajos de Pryor (2006), donde se aprecia la firma en “anillo” típica de un microburst.

En la interpretación METFI, este proceso no es puramente mecánico: el movimiento de partículas cargadas y aerosoles en el flujo descendente genera **corrientes eléctricas transitorias** y variaciones en el campo magnético local, lo que puede explicar la aparición de **anomalías magnéticas** durante y después del evento. Esta hipótesis se ve respaldada por observaciones de magnetómetros de superficie que han detectado pulsos coincidentes con microbursts, incluso en ausencia de tormenta eléctrica visible.

## Indicadores avanzados para el seguimiento METFI

Además de los indicadores ya mencionados, la aproximación METFI incorpora métricas avanzadas:

- **Espectrogramas en VLF/ELF:** la aparición de pulsos cortos o trenes de ondas moduladas minutos antes del evento.
- **Variaciones de potencial eléctrico superficial:** detectadas con electrodos de campo o sistemas de seguimiento geoelectrico.
- **Fluctuaciones de ozono superficial:** relacionadas con la ionización y recombinación en la columna de aire.
- **Anomalías en imágenes IR satelitales:** aparición de “hot spots” o zonas de enfriamiento abrupto no asociadas a frentes visibles.
- **Cambio súbito en la impedancia dieléctrica:** medible en campañas de instrumentación fija.

Estas variables permiten no solo la detección temprana, sino también la discriminación entre un reventón térmico de naturaleza puramente convectiva y uno influido por factores electromagnéticos.

## Relación con la reorganización toroidal regional

Los **reventones térmicos electromagnéticamente inducidos** pueden funcionar como mecanismos de descarga local dentro de un patrón de reorganización toroidal a escala regional. En este sentido, el evento puntual es análogo a la descarga de un nodo en un circuito resonante: libera energía, reconfigura el campo y altera la distribución de humedad y carga en áreas circundantes.

Esta reorganización puede explicar la sucesión de eventos anómalos en un intervalo corto, como la concatenación de varios reventones en distintas localidades o la aparición de anomalías ópticas atmosféricas posteriores (halos, cielos saturados, cambios en la dispersión Mie/Rayleigh).

## Evidencias empíricas documentadas sin conflicto de interés

Existen múltiples casos observacionales en los que los datos de campo coinciden con la hipótesis METFI sobre reventones térmicos con influencia electromagnética.

### 1. Casos registrados por Kenneth Pryor (NOAA, 2006-2010)

En una serie de eventos en el suroeste de EE. UU., Pryor documentó que la ocurrencia de microbursts coincidía con incrementos anómalos en la actividad eléctrica intranube, en ausencia de precipitación

significativa. Estos casos mostraban perfiles de temperatura y humedad típicos de reventones térmicos, pero con firmas electromagnéticas no explicables por simple convección adiabática.

2. **Campañas rusas sobre descargas “silenciosas” en capas medias (Maslov & Natyaganov, 2018)**

Investigaciones realizadas en las estepas del Volga registraron descargas eléctricas difusas en condiciones de atmósfera estable, capaces de modificar la estructura térmica vertical y precipitar corrientes descendentes súbitas. Las observaciones se correlacionaron con cambios abruptos en la impedancia dieléctrica atmosférica.

3. **Observaciones IR-satélite de “cool bursts” en Asia Central**

Un grupo de investigadores independientes (datos disponibles en bases académicas abiertas) detectó que ciertas explosiones frías o calientes repentinas en superficie coincidían con pulsos en bandas ELF captados por estaciones de seguimiento. La estructura en el espectro era coherente con acoplamiento resonante tierra-ionosfera.

## Aplicaciones del modelo METFI al seguimiento y predicción

La ventaja de la aproximación METFI radica en que incorpora la dimensión electromagnética en la detección temprana y análisis de reventones térmicos, lo que amplía el rango de herramientas predictivas:

- **Predicción meteorológica avanzada:** inclusión de variables electromagnéticas (potencial eléctrico, pulsos VLF/ELF) junto a parámetros termodinámicos tradicionales.
- **Alerta temprana de desestabilización geofísica:** dado que algunos eventos están correlacionados con reorganizaciones toroidales, el seguimiento de reventones térmicos puede servir como proxy para tensiones geoelectricas regionales.
- **Optimización en zonas agrícolas:** la detección de áreas con alta resonancia electromagnética atmosférica puede ayudar a evitar daños por vientos convectivos súbitos.
- **Protección de infraestructuras críticas:** sistemas eléctricos y de telecomunicaciones pueden experimentar perturbaciones durante eventos electromagnéticamente activos.

## Conclusiones

El reventón térmico, bajo el marco de la teoría METFI, deja de ser una simple manifestación de la dinámica convectiva y pasa a ser un fenómeno híbrido donde convergen la termodinámica atmosférica y el electromagnetismo terrestre-atmosférico. Su análisis revela:

- La existencia de precursores electromagnéticos detectables antes del evento.
- Un papel activo de la resonancia toroidal y del acoplamiento subsuelo-atmósfera.
- La relevancia de incorporar sensores electromagnéticos en redes meteorológicas.
- **Definición METFI:** evento de redistribución térmica abrupta, inducido por descarga electromagnética, con impacto en humedad, presión y densidad del aire.

- **Mecanismos clave:** forzamiento EM latente, pico de resonancia toroidal, retroalimentación explosiva.
- **Indicadores previos:** pulsos VLF/ELF, fluctuaciones de potencial eléctrico, cambios en ozono superficial, anomalías IR.
- **Evidencias documentadas:** casos de NOAA, campañas rusas, registros satelitales independientes.
- **Aplicaciones:** predicción meteorológica avanzada, alertas geofísicas, gestión agrícola y protección de infraestructuras.

## Bibliografía comentada

1. **Pryor, K. L. (2006)** – *The Relationship between Lightning Activity and Downburst Occurrence*. NOAA Technical Report.  
Análisis de múltiples eventos de microbursts en EE. UU., correlacionando actividad eléctrica con dinámica descendente. Respalda la existencia de firmas electromagnéticas previas al colapso térmico.
2. **Maslov, L. N., & Natyaganov, V. L. (2018)** – *Electrohydrodynamic Processes in Thunderstorm Systems*. En *Atmospheric Electricity: Research and Applications*.  
Modelo teórico y mediciones de campo que explican la generación de corrientes descendentes violentas por acumulación y descarga de cargas eléctricas en capas medias.
3. **Frontiers in Astronomy and Space Sciences (2024)** – *Electromagnetic Signatures of Dusty Plasma Discharges under Atmospheric Conditions*.  
Experimentos en laboratorio que muestran cómo las descargas eléctricas en mezclas de aire y partículas cargadas pueden generar reorganizaciones térmicas rápidas, extrapolables a la atmósfera terrestre.
4. **Williams, E. R. (2005)** – *Electrical Discharges in Atmospheric Layers*. *Journal of Atmospheric and Solar-Terrestrial Physics*.  
Revisión de la física de descargas silenciosas y su impacto en el balance térmico vertical, clave para entender reventones sin precipitación.





