

# Modelo Electroatmosférico del *“Relámpago del Catatumbo”*

N. Falcón, W. Prieto, Á.G. Muñoz,  
T. Barros, Á. Vilorio, N. Cifuentes

# RESUMEN

Al sur del lago de Maracaibo (Venezuela) se presenta un relámpago permanente denominado "Faro de Maracaibo" o "Relámpago del Catatumbo". El carácter local, antiguo y recurrente del fenómeno tiene características únicas en el mundo. Diversas hipótesis se han conjeturado para explicar su ocurrencia siendo motivo de controversia su completa comprensión. Se presenta el resultado de las expediciones realizadas con el fin de caracterizar el fenómeno y se propone un modelo microfísico para la actividad eléctrica atmosférica observada en la región.

**Palabras Claves:** Relámpago del Catatumbo, electricidad atmosférica.

# Observaciones Históricas

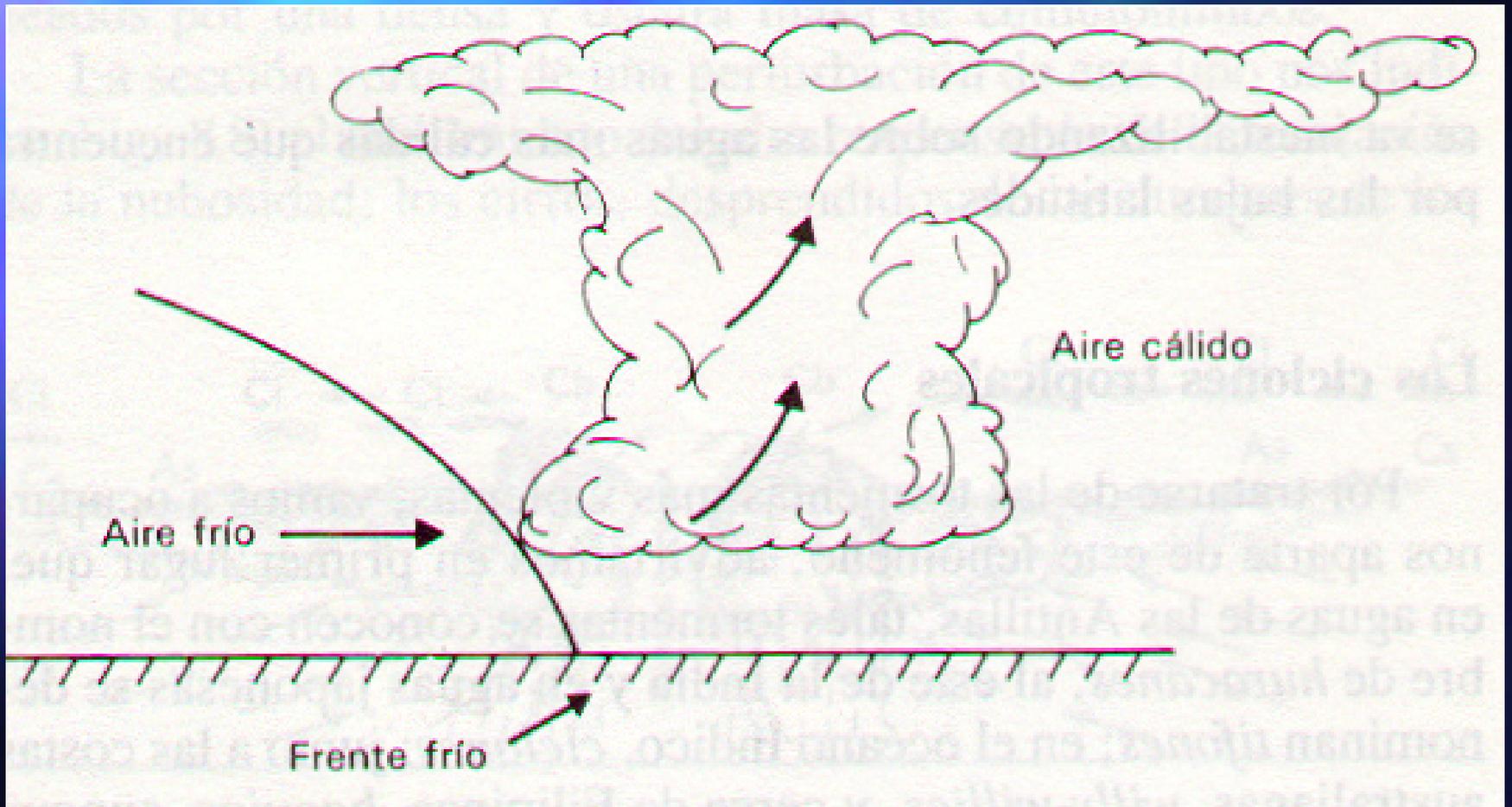
- **1597.** Lope de Vega menciona el Relámpago del Catatumbo en su poema épico *La Dragoneta*.
- **1799.** El naturalista Alexander von Humboldt lo describe como “explosiones eléctricas que son como fulgores fosforescentes...”
- **1841.** El geógrafo Agustín Codazzi lo reseña “como un relámpago continuado” para casi todas las noches del año, “incluso en el período de sequía”.
- **1911.** Centeno-Grau: “El fenómeno es más claro y visible en épocas de sequía (Enero-Abril y Julio-October)..que en la época de lluvias”; “...en tiempos de sequía...era la mayor espectacularidad del fenómeno”
- **1970.** Zavrostky (ULA, 1966 2 Expediciones Sta. Barbara, 1 en 1970, cerca del río Escalante): “No se puede hablar de un epicentro único...se perfilan con cierta precisión varios epicentros dentro del área de la Gran Ciénaga al Oeste del Lago”.
- **1987.** Zavrostky (ULA, 4 Expedición, Mayo de 1987): Confirma que hay varios epicentros hacia la Gran Ciénaga, pero que sería necesario adentrarse en ella para determinarlos con precisión.

# Conjeturas sobre el Origen

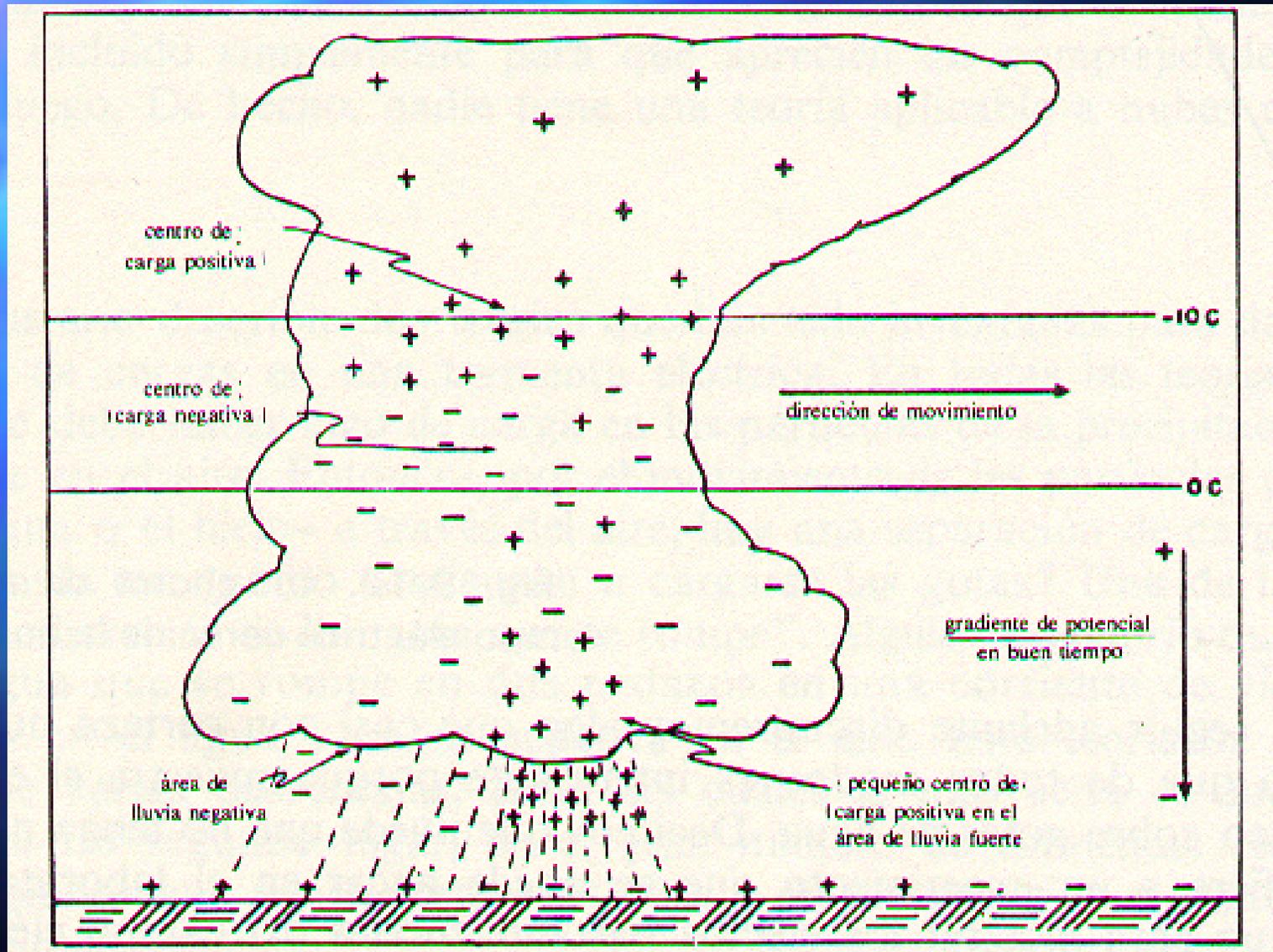
(Hasta 1991)

- **Centeno-Grau:** *circulación cerrada de vientos* en la región, sin descartar la posibilidad de la existencia de algún agente causal en el subsuelo, tal como fuentes *geotermales, geomagnéticas o radiactivas*.
- **Zavrostky et al.:** *tormenta permanente* de índole esencialmente *eléctrica* entre las nubes cargadas de electricidad y cierta carga permanente en el suelo. *Colisión de corrientes de aire frío* procedente de las cordilleras circundantes *con el aire caliente y húmedo* de las ciénagas. Esta observación ya la habían adelantado **Humbolt**, y **A. Jahn** (Biblioteca Venezolana de la Cultura, No. 60, 1931, pág. 226).
- **Pietro Sabino** de la ULA acompaña a Zavrostky (ULA, 4 Expedición, Mayo de 1987): Y sugiere la hipótesis de *permanente radiactividad en el subsuelo*: El relámpago del Catatumbo es "una descarga eléctrica localizada y continua en esta zona a causa de la ionización determinada por vapores radiactivos que suben desde la laguna"

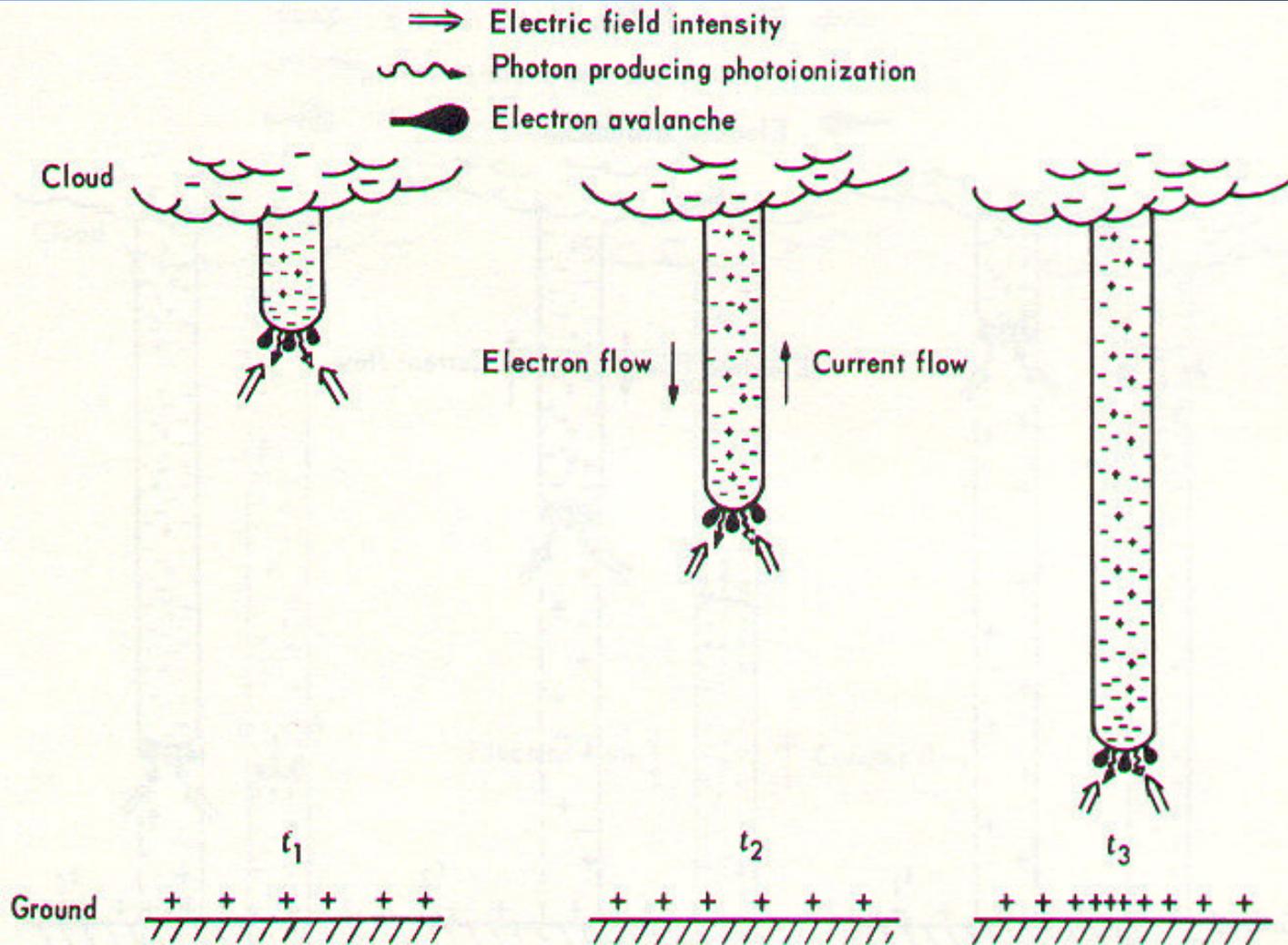
# Mecanismos Clásicos



# Mecanismos Clásicos

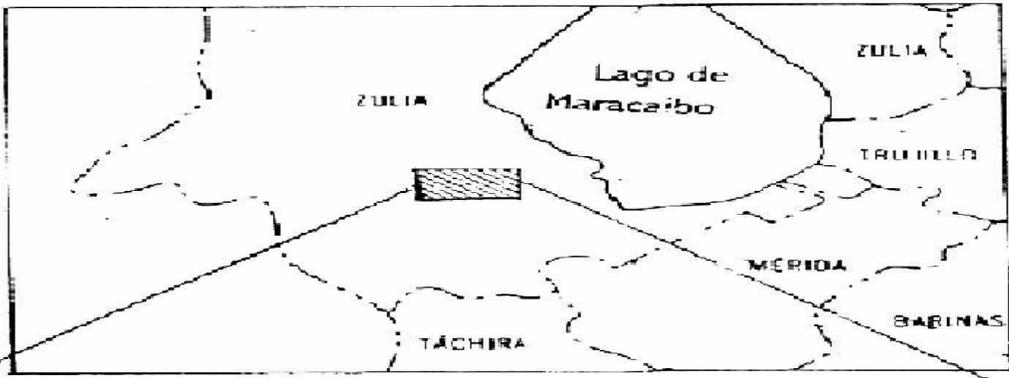


# Mecanismos Clásicos



# Fenomenología

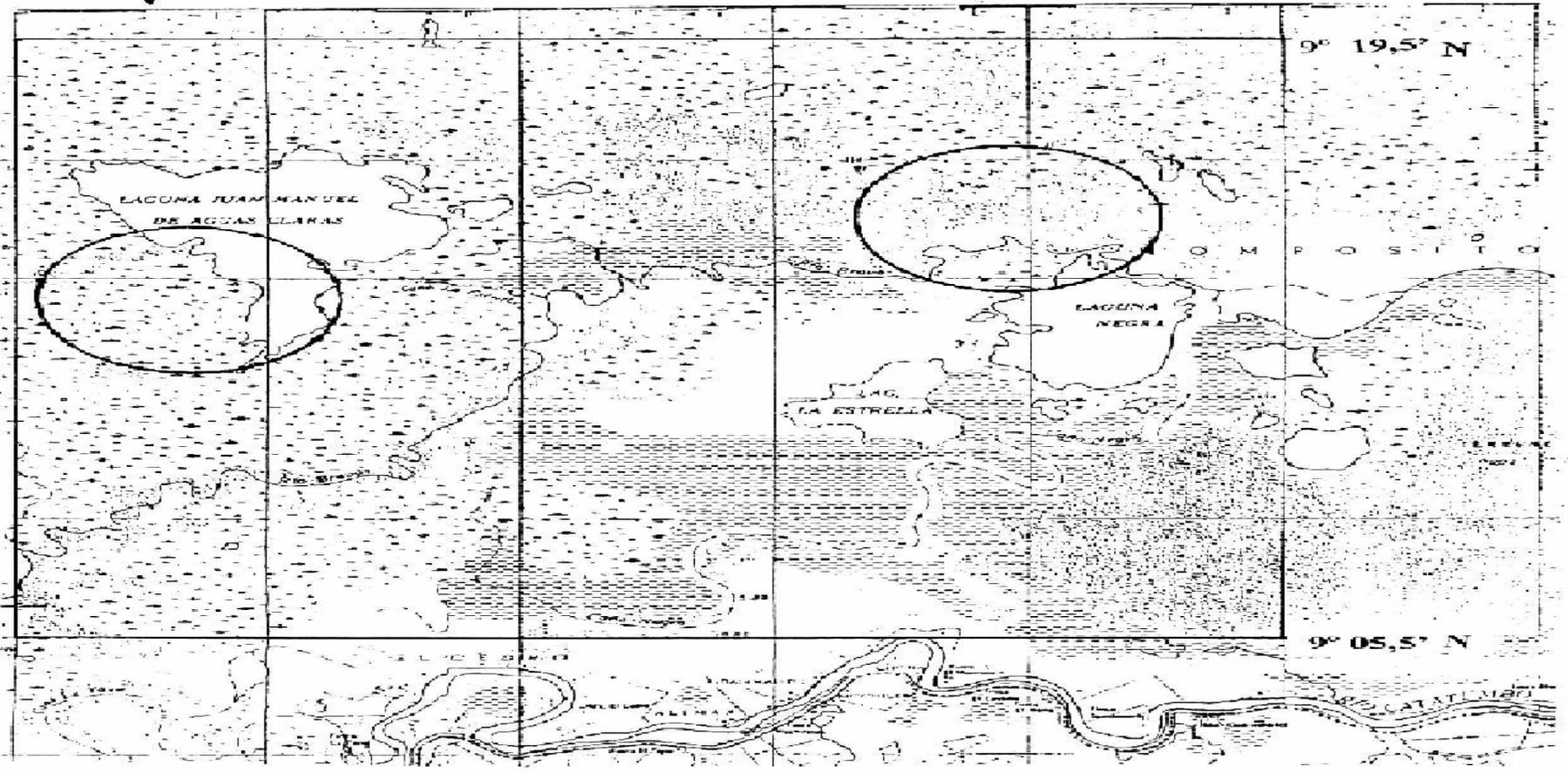
- El fenómeno se presenta en dos regiones bien localizadas.
- Se visualizó actividad de descarga eléctrica tipo nube-nube, con ocasionales descargas nube-tierra. Gran variedad de formas.
- El resplandor fosforescente (relámpago) aparece en regiones del cielo bien localizadas y persistentemente durante gran parte de la noche. Su coloración va del blanco azulado hasta el violeta difuminado, pasando por vivos tonos de amarillo y rojo fuego. Su espectro evidencia línea H-Balmer-alfa.
- El fenómeno comienza después de la desaparición de la luz cenital, nunca durante el día.
- Su visibilidad parece depender también de la humedad relativa del ambiente y de la pluviosidad: se ve mejor en verano y no ocurre si llueve o ha llovido recientemente.
- Nivel queráunico prácticamente nulo. Sólo muy cerca es audible.



72° 15' W



72° 05' W



# Observaciones del Grupo



El espectáculo empieza con la desaparición de la luz cenital

# Observaciones



El color es característico de descargas eléctricas en un gas rico en H II.

Detalles de las descargas en el interior de las nubes.



# Observaciones



Existe una gran variedad en las formas de las descargas.

# El Grupo de Investigación (2da Expedición)



# Discusión de Observaciones

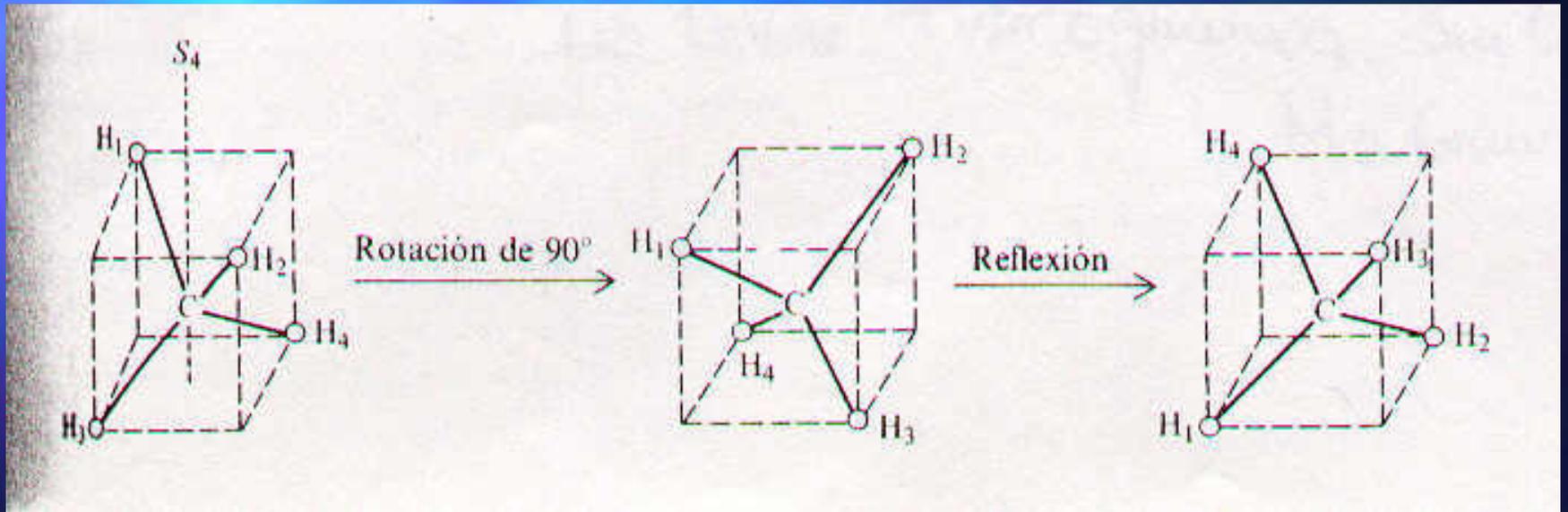
Las observaciones revelan que el Relámpago del Catatumbo:

- Se presenta en dos regiones bien localizadas, en el interior de las Ciénagas de Juan Manuel, y no sobre el Catatumbo. Esta localización sugiere que los gases de los pantanos pudieran tener un papel protagónico como agentes causales.
- Es un fenómeno nube-nube primordialmente. Esto descarta la posibilidad de que fuentes geomagnéticas, geotermales o radioactivas sean las agentes causales.
- Posee carácter inaudible debido a que el fenómeno ocurre a gran altura, formándose una onda cónica y amortiguándose el sonido dentro de la nube.
- No parece originarse como una tormenta eléctrica común: la coloración, la aparición únicamente nocturna, la relación con la humedad y la pluviosidad no concuerdan con tal modelo.

# El Argumento del Metano

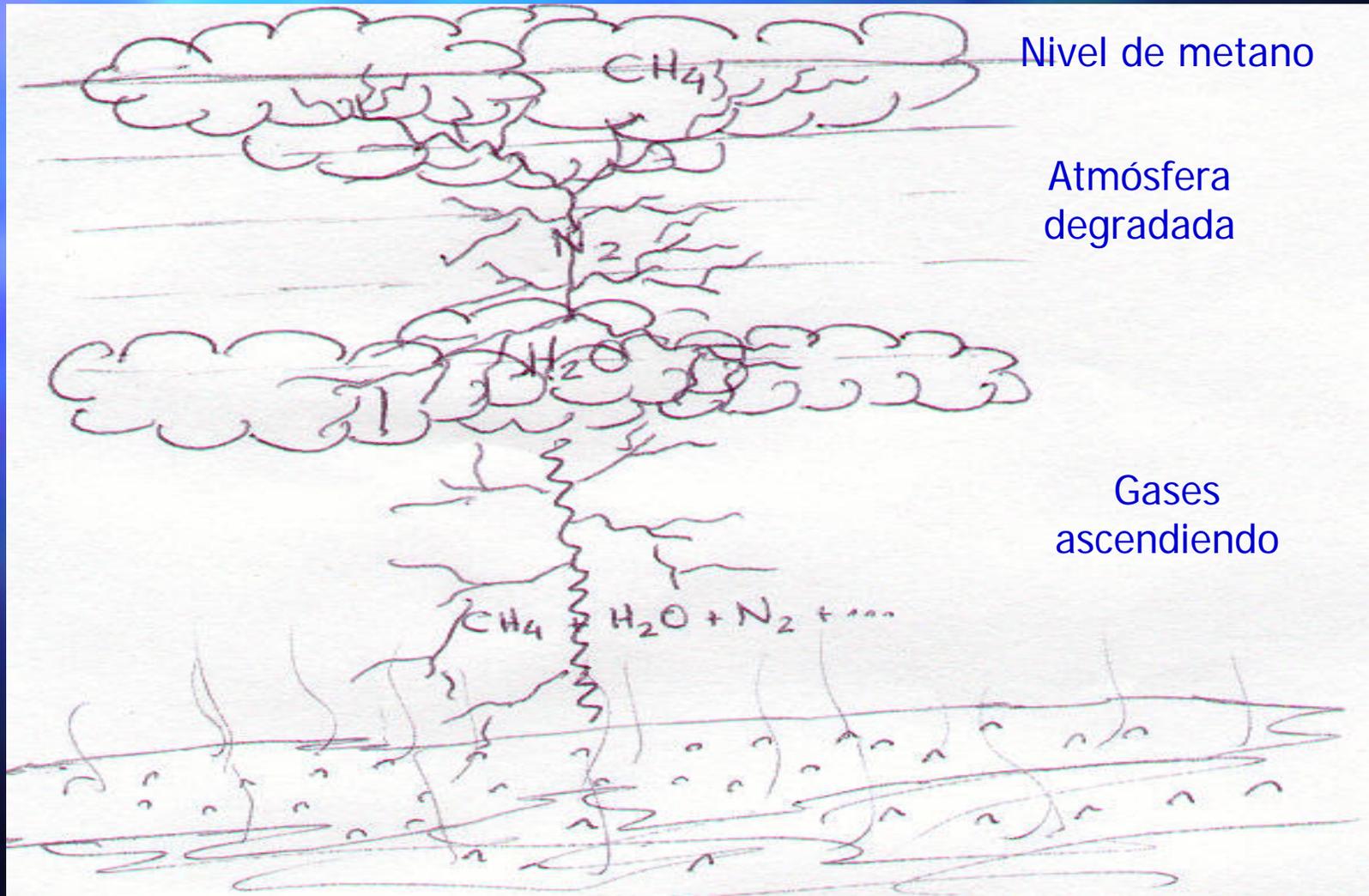
- El metano ( $\text{CH}_4$ ) como mejor candidato.
- Piro-electricidad y piezo-electricidad.
- Separación de cargas: problema resuelto.
- Fotodisociación, pluviosidad y humedad relativa.
- El confinamiento orográfico.
- ¿Y la fuente del metano?
  - El postulado del kerógeno III

# Propiedades de Simetría del Metano



La molécula de metano ( $\text{CH}_4$ ) posee simetría tetraédrica,  $T_d$  en notación de Schönflies, lo que le proporciona propiedades piro y piezo-eléctricas.

# El Modelo Microfísico



# Conclusiones

- Se determinó la localización, extensión y condiciones de la ocurrencia del fenómeno.
- Según el modelo propuesto el metano sería el agente causal del Relámpago del Catatumbo. La concentración del este gas en el seno de las nubes convectivas sobre la región causarían la separación de cargas en el interior de las células de las nubes.
- El hecho de que las descargas ocurran tipo nube-nube parece descartar fuentes tipo geotermales, geomagnéticas o radioactivas, así como explicar la indetección del fenómeno desde satélites meteorológicos. Asimismo se ha visto que el modelo de tormenta eléctrica común no satisface las observaciones.
- Se ha propuesto un mecanismo microfísico que explicaría a cabalidad las observaciones, así como dos posibles fuentes de gas metano.

# Perspectivas

- Realizar nuevas expediciones a fin de determinar la magnitud de las concentraciones del gas metano en la atmósfera sobre las Ciénagas de Juan Manuel.
- Medición precisa de radioactividad en la zona.
- Réplica del fenómeno a escala de laboratorio.
- Modelo de la atmósfera de Titán.