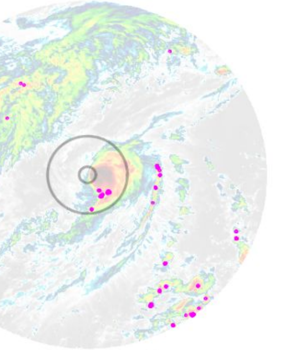
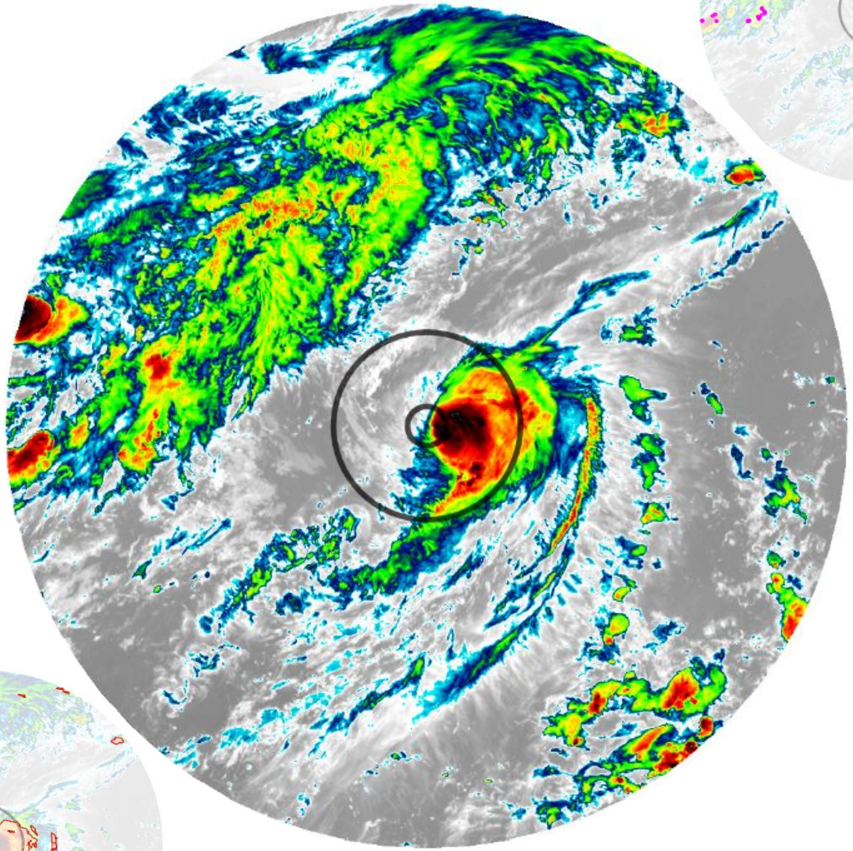
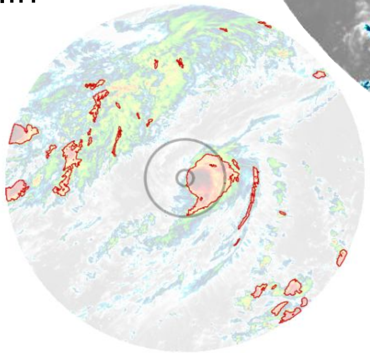
# DINÁMICA DE ESTRUCTURAS CONVECTIVAS EN CICLONES TROPICALES: UN ESTUDIO MULTIDIMENSIONAL DE CASOS DE INTENSIFICACIÓN RÁPIDA Y NO RÁPIDA USANDO IMÁGENES SATELITALES INFRARROJAS DE ALTA RESOLUCIÓN





**Duvan Nieves Ruiz.** Universidad Nacional de Colombia. Sede Medellín
**Jhayron Steven Perez Carrasquilla**. University of Maryland
**Carlos David Hoyos Ortiz**. Universidad Nacional de Colombia. Sede Medellín



**Bogotá, 03 de Octubre 2024**

# INTENSIFICACIÓN RÁPIDA EN CICLONES TROPICALES

*Facultad de Ciencias Agrarias*
*Facultad de Ciencias*
*Sede Bogotá*

II CONGRESO INTERNACIONAL DE VARIABILIDAD Y CAMBIO CLIMÁTICO

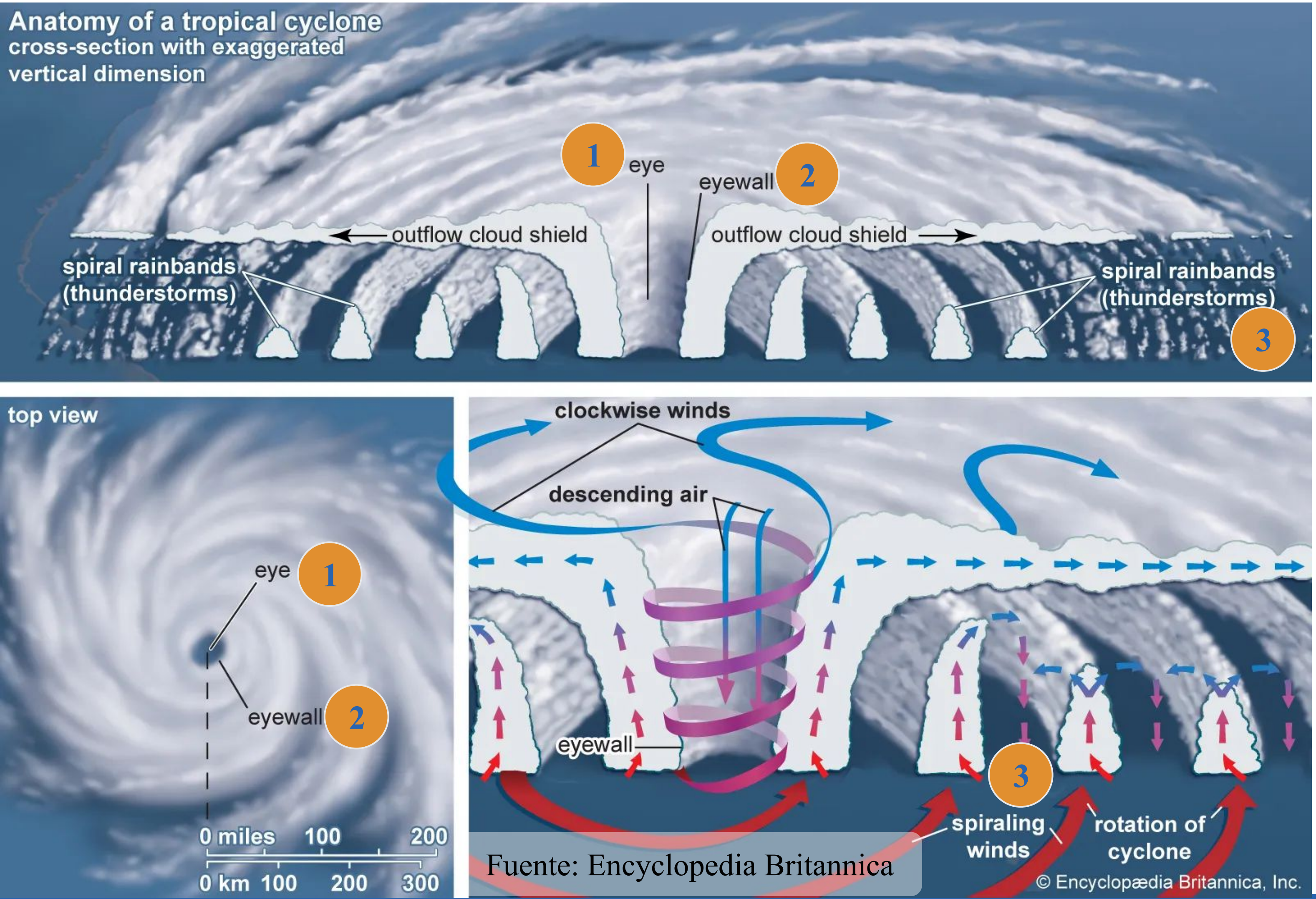
UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA

# Ciclones Tropicales: Naturaleza

- ¿Qué son?
- ¿Donde se forman?
- ¿Qué condiciones necesitan ?
- ¿Cuáles son sus efectos?
- ¿Cómo mueren los ciclones?

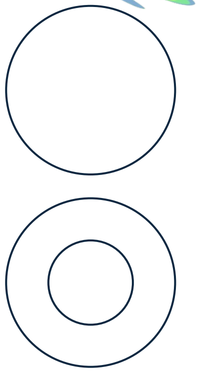
Fuente: Dr. Sim Aberson, NOAA, OAML, OAR, Hurricane Research Division

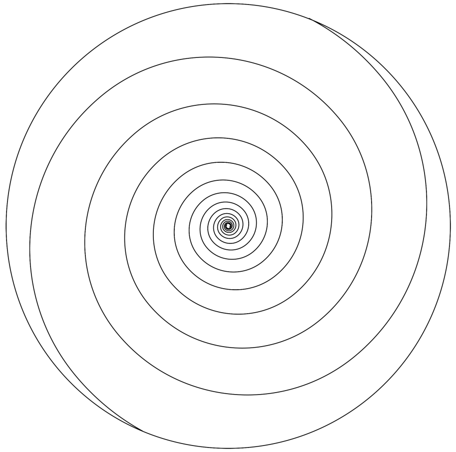
# Ciclones Tropicales: Estructura




Fuente: Encyclopedia Britannica

1. Ojo
2. Pared del Ojo
3. Bandas Espirales de Lluvia

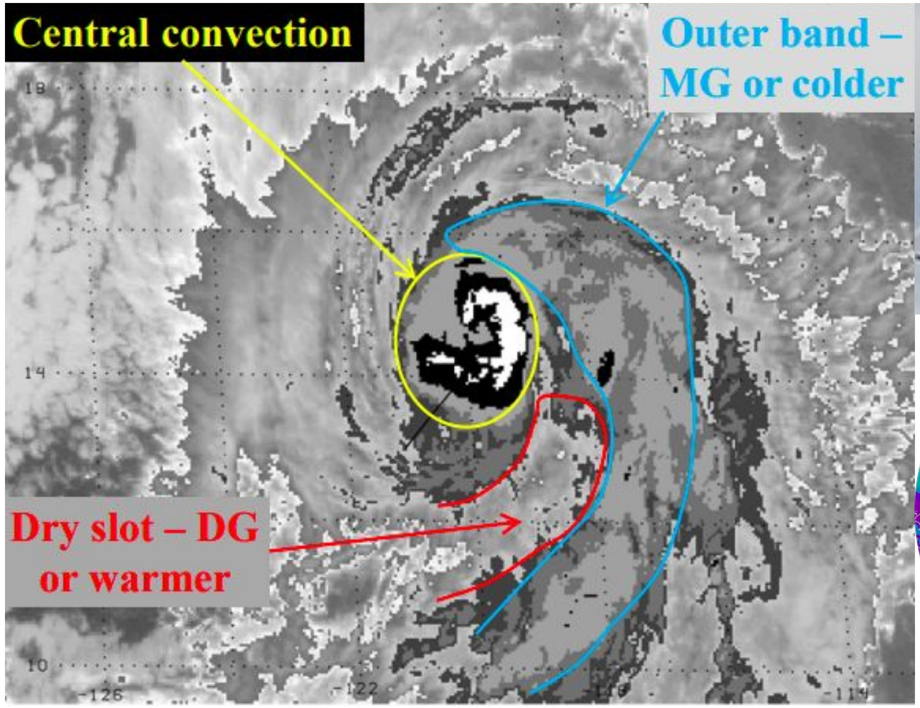




# Ciclones Tropicales: Estimación de Intensidad

Vientos máximos sostenidos a 10 m
(1min, 2min, 3min, 10min)

**ADT**




**Modelos y Observaciones**

# Ciclones Tropicales: Intensificación Rápida



Aumento significativo de la intensidad

| *WP* | *EP* | *AL* |
| --- | --- | --- |
| 291 | 204 | 122 |

**1982 - 2022**

**Estimado** de SHIPS V2020

12 Hours > 20 kt

24 Hours > 25 kt

36 Hours > 45 kt

48 Hours > 55 kt

72 Hours > 65 kt

**Fuente:** Griffin, Wimmers & Velden, 2022

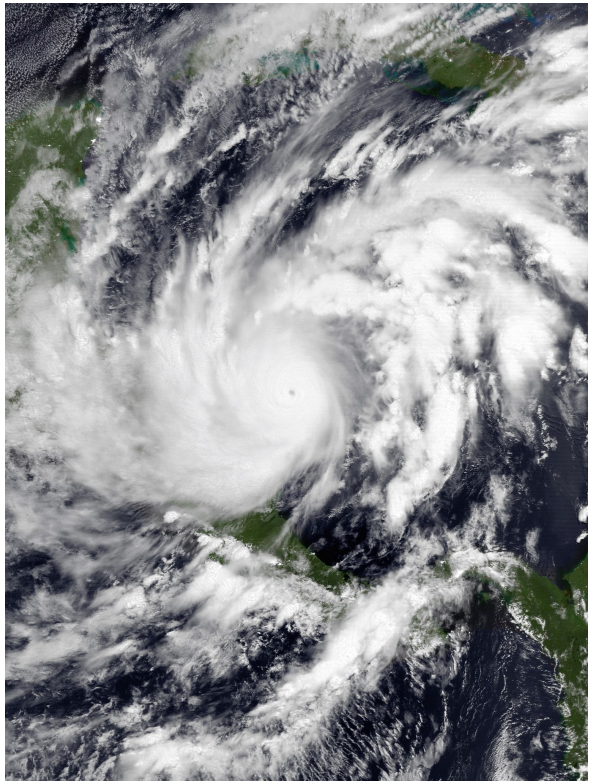
| *WP* | *EP* | *AL* |
| --- | --- | --- |
| 70 | 52 | 32 |

**2015 - 2022**

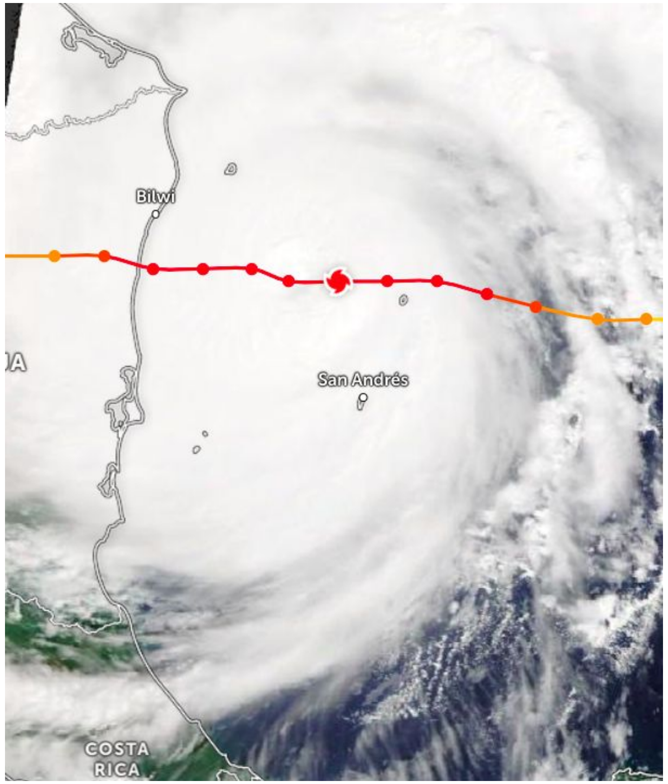
**Estimado** de SHIPS V2020

# ¿Por qué estudiar la Intensificación Rápida?

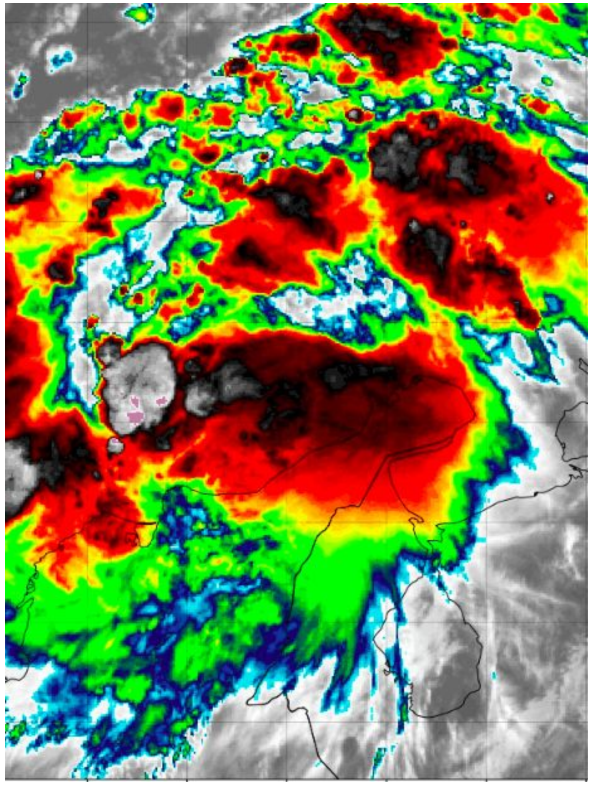




**Major Hurricane ETA (2020)**
Daño → $ 8.3 billion USD
Muertes → 189+

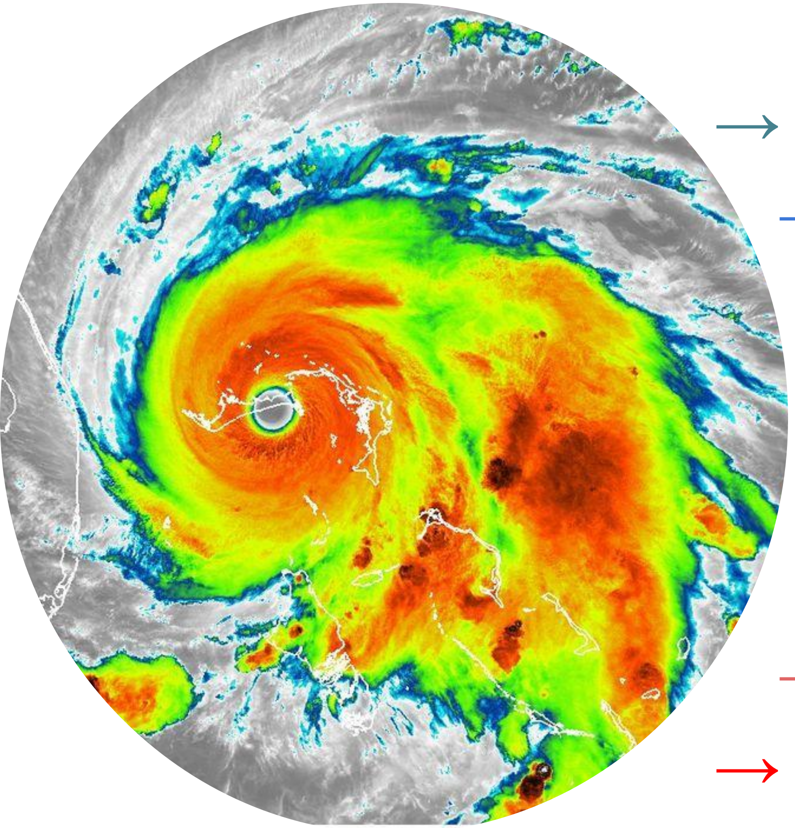



**Major Hurricane IOTA (2020)**
Daño → $11.4 Billion USD
Muertes → 84



**Hurricane JULIA (2022)**
Daño → $406 Million USD
Muertes → 89

# ¿Cómo Podemos Estudiar La Intensificación Rápida?



→ Selección De Casos Representativos.

→ Analizar Todos los TCs

→ Analizar Casos Bajo Condiciones.

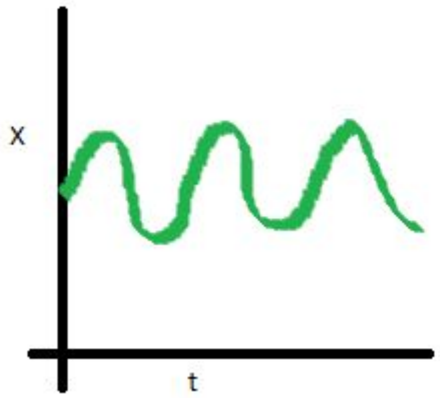
→ Analizar Imágenes Satelitales

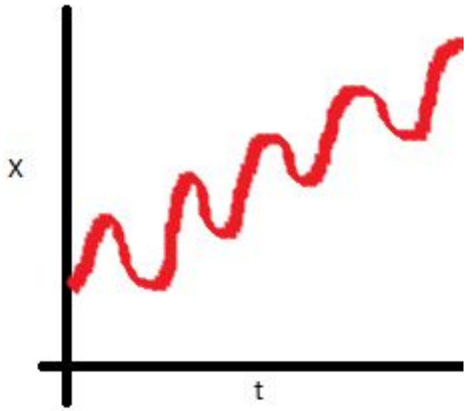
→ Complementar Con datos Históricos

→ Análisis Radial Y Temporal.

→ Caracterizar la **Convección**.

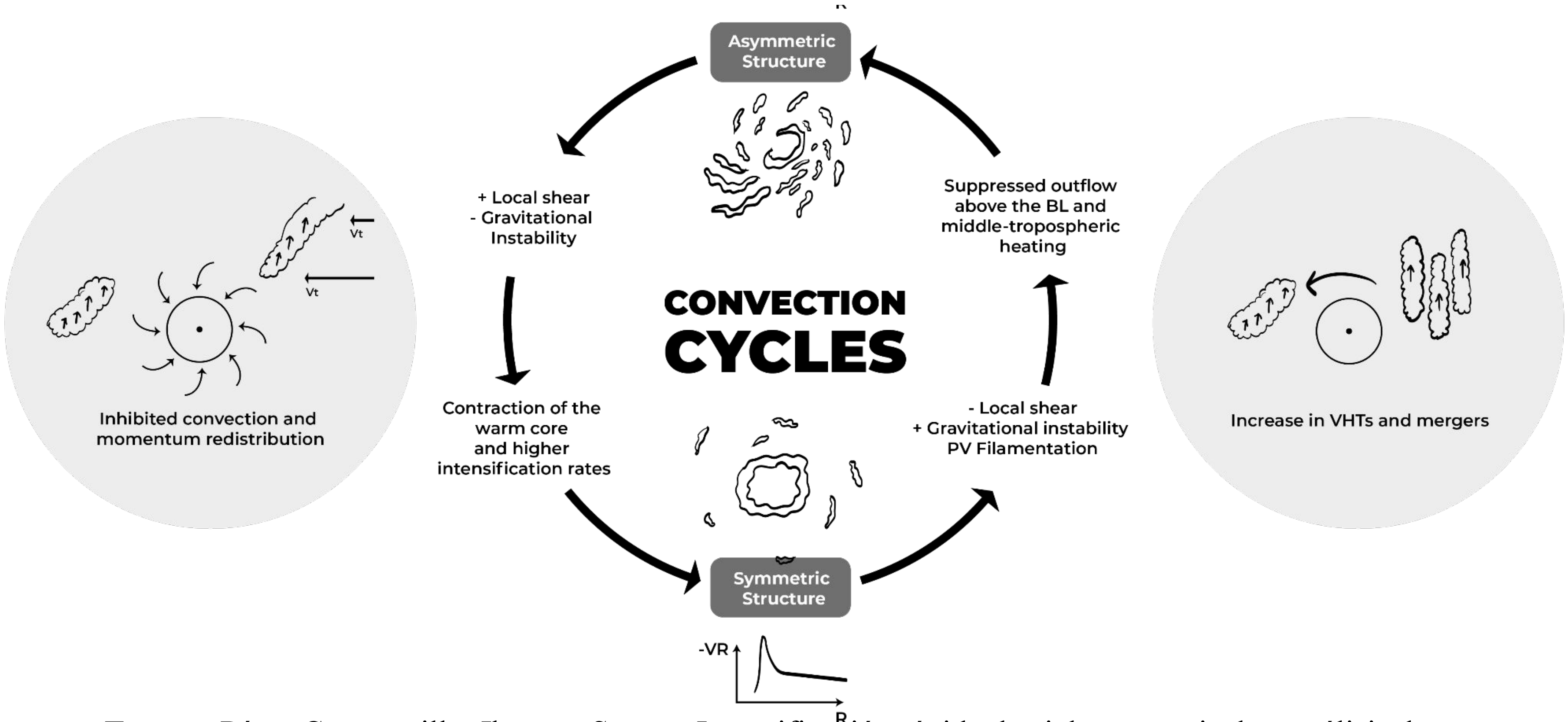
→ Determinar Patrones.



# ¿Cómo Podemos Estudiar La Intensificación Rápida?



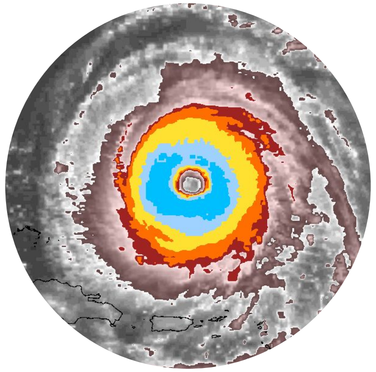



**Fuente:** Pérez Carrasquilla, Jhayron Steven. Intensificación rápida de ciclones tropicales: análisis de su variabilidad espacio-temporal y su respuesta a dinámicas del núcleo interno y forzamiento externo.

# SELECCIÓN DE CASOS Y TÉCNICAS DE ANÁLISIS

# Fuentes De Datos

- SHIPS (Statistical Hurricane Intensity Prediction Scheme)
- IBTrACS Versión 4.01
- GOES 17 (Geostationary Operational Environmental Satellites)
- Himawari-8

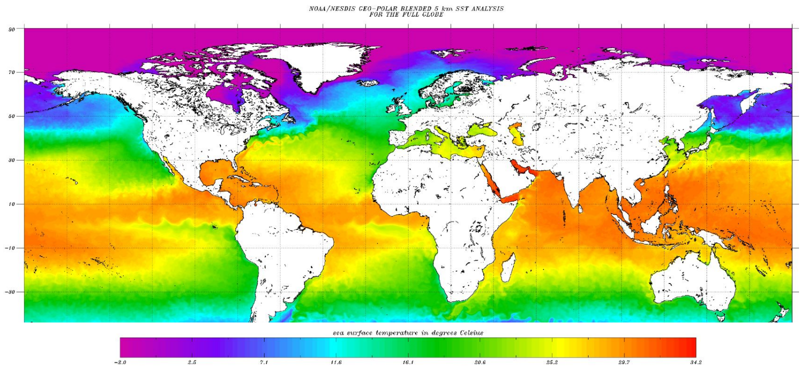


# Condiciones Para Estudiar La Rápida Intensificación

- Tiempo de vida mayor a 4 días.
- Proximidad a Tierra en etapas iniciales e Intermedias.
- Interacción con otros ciclones tropicales
- Disponibilidad de mejores pistas e imágenes satelitales.

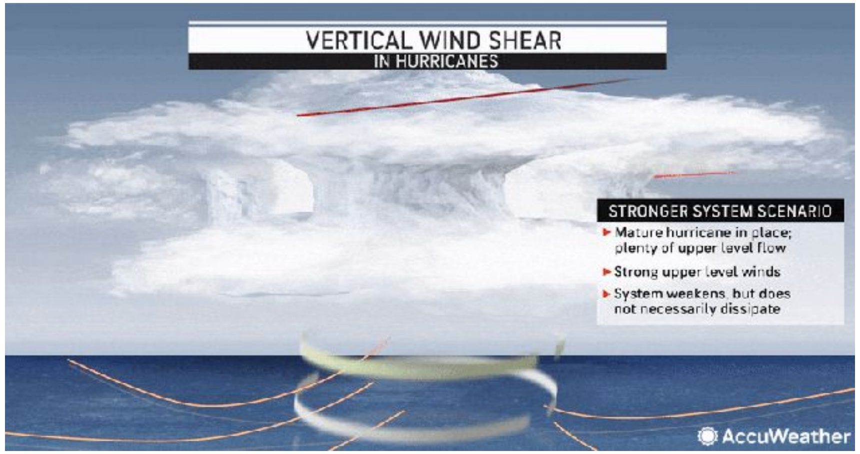
# Condiciones Para Estudiar La Rápida Intensificación

SST > 28.5 °C



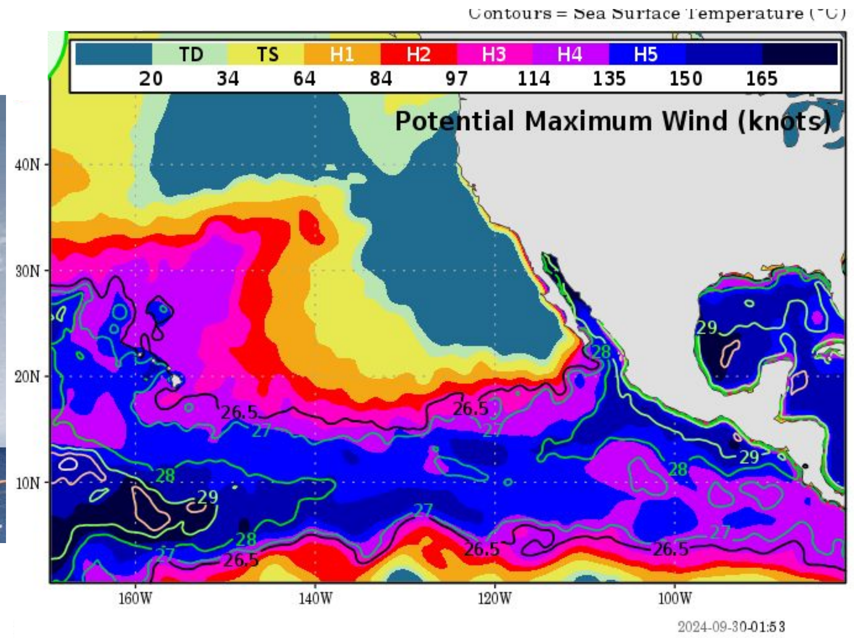

**Fuente:** NOAA

Vertical Wind Shear < 15 (kt)



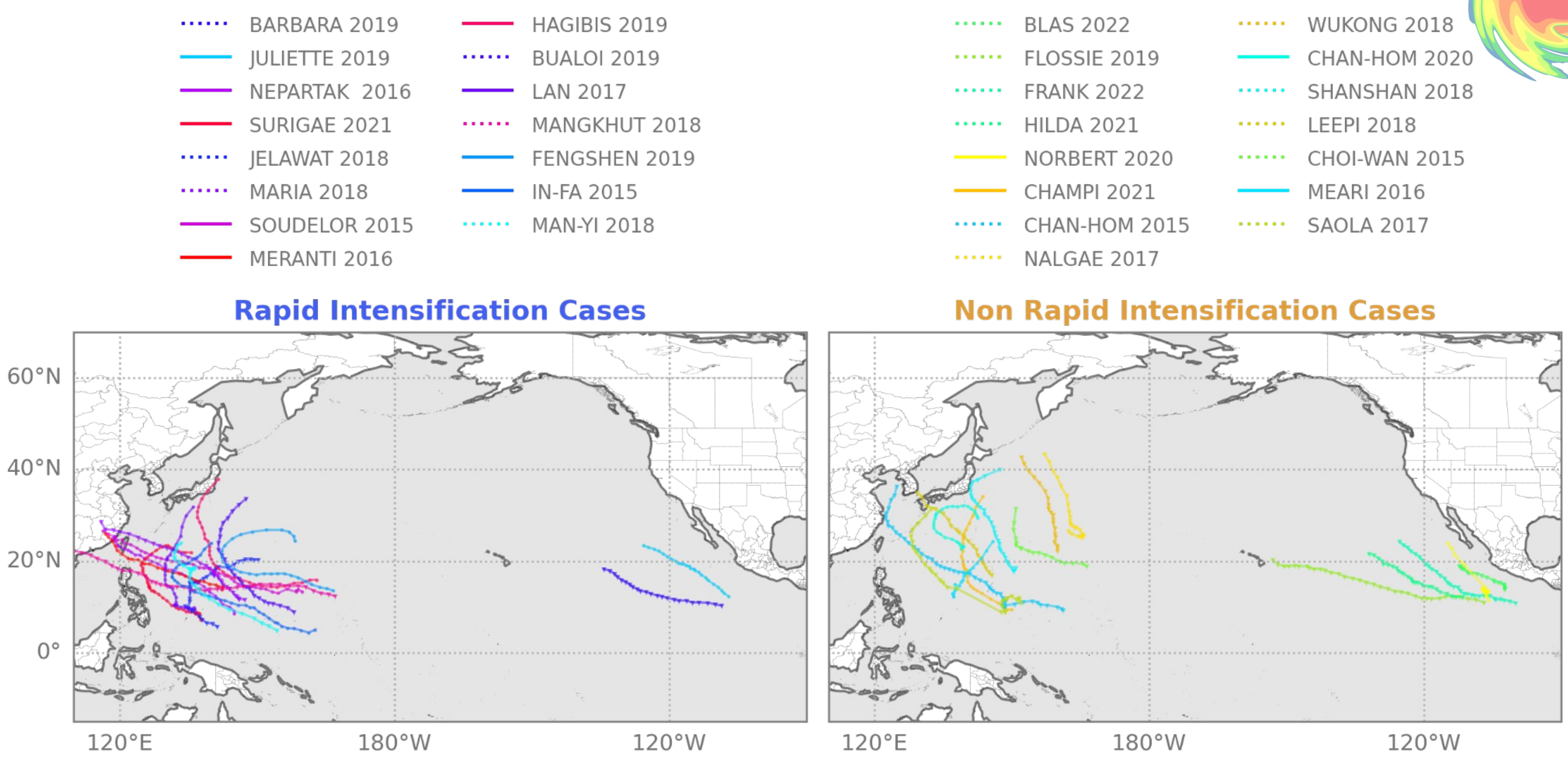

**Fuente:** AccuWeather

Maximum Potential Intensity > 140 (kt)

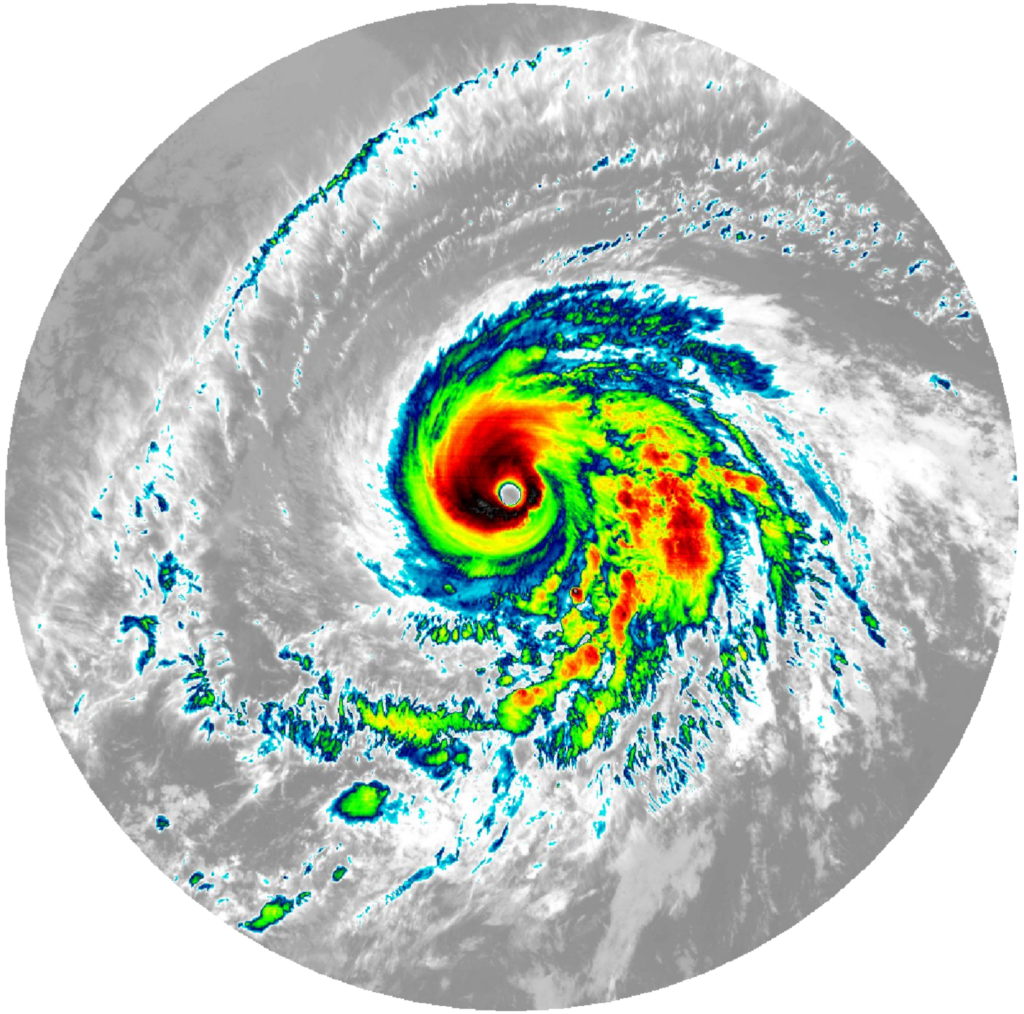



**Fuente:** Weather and Climate Data

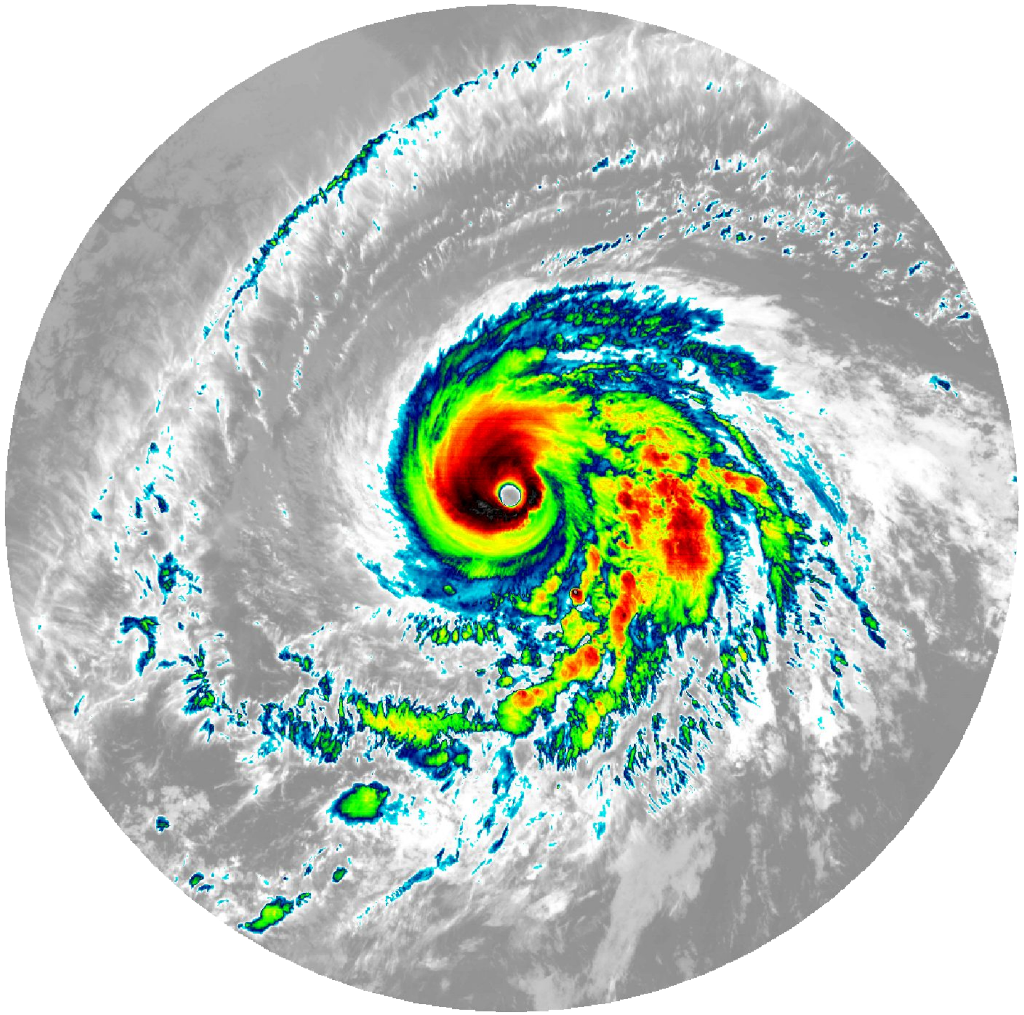
# Ciclones Tropicales Seleccionados



# Distribución Radial



# Distribución Radial

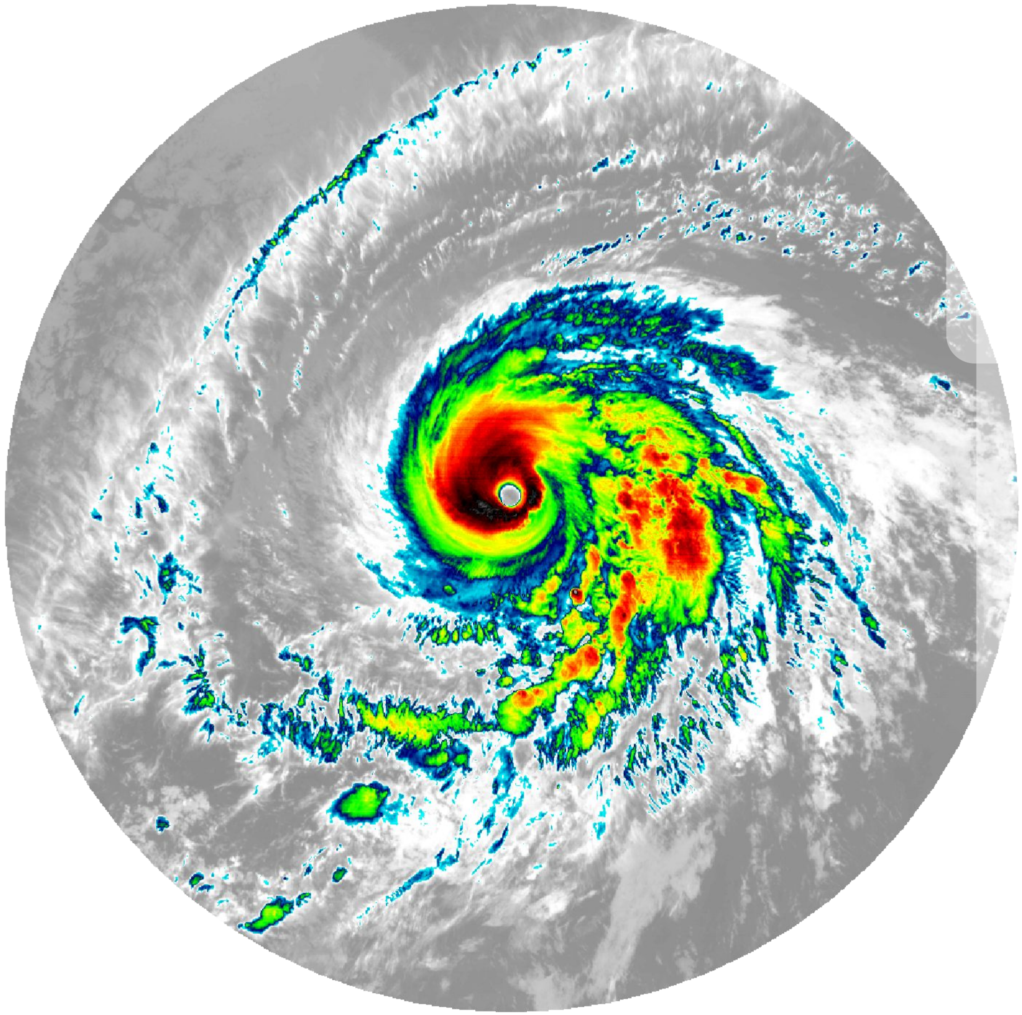


**Anillos**

1000 Km

4 Km

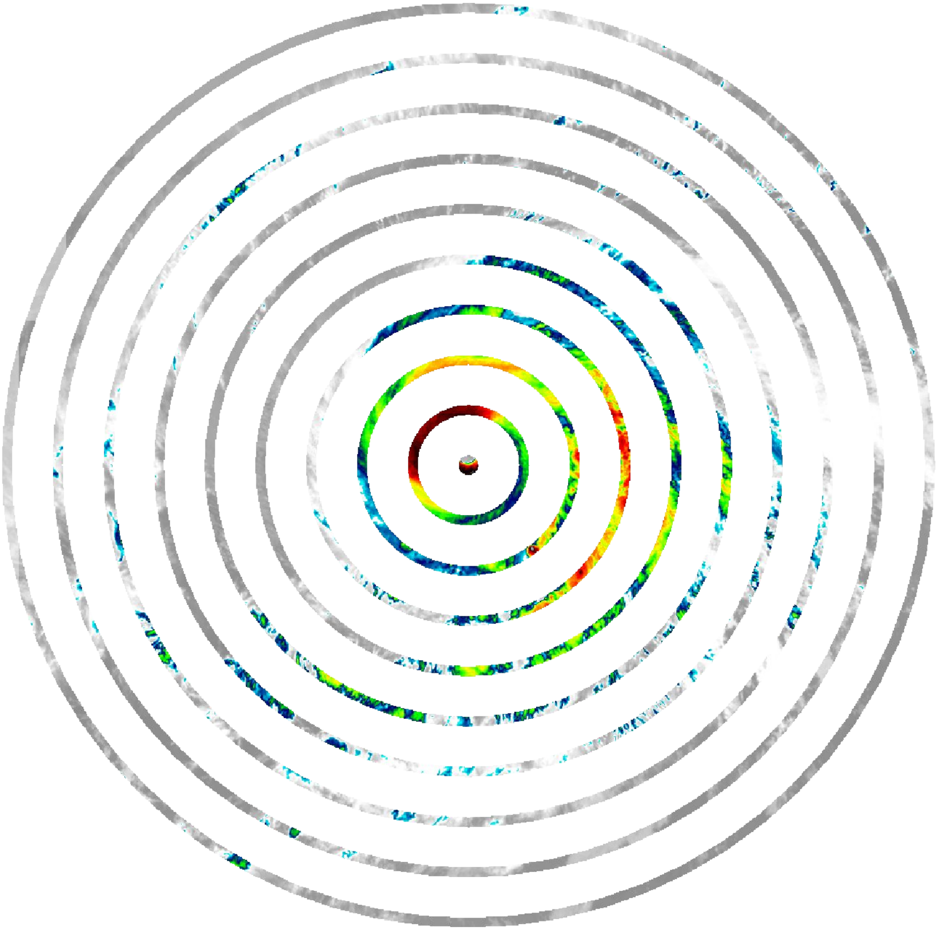
# Distribución Radial



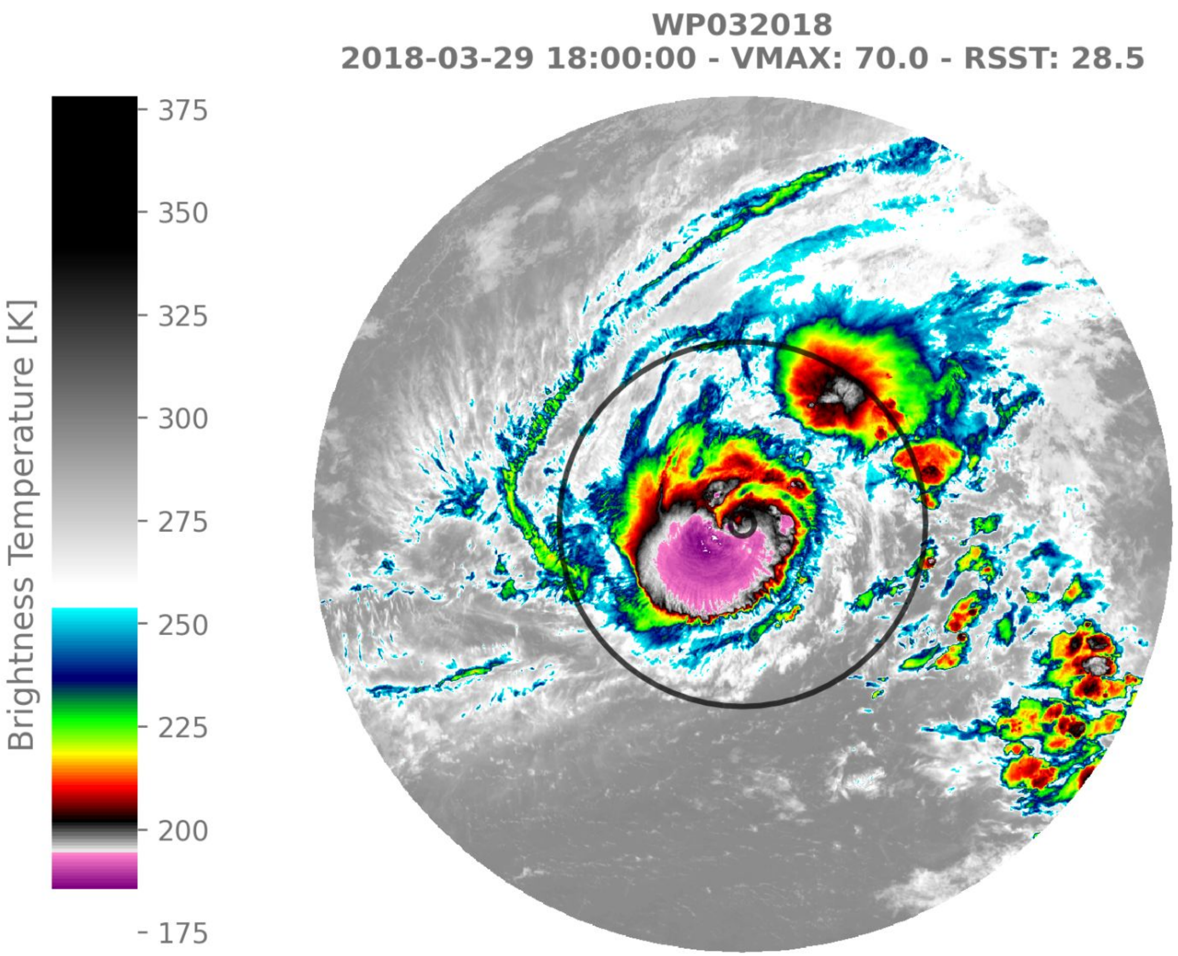
**Anillos**

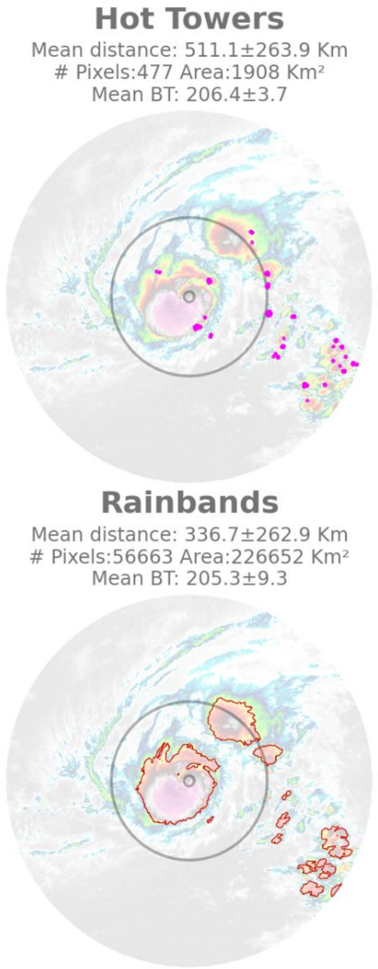
1000 Km

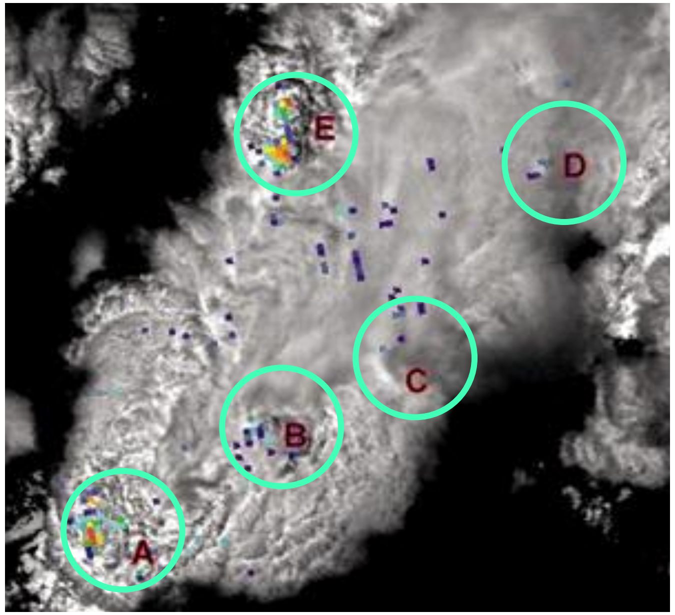
4 Km



# Estructuras Convectivas



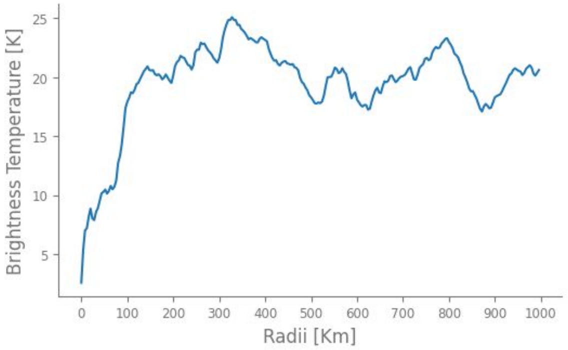



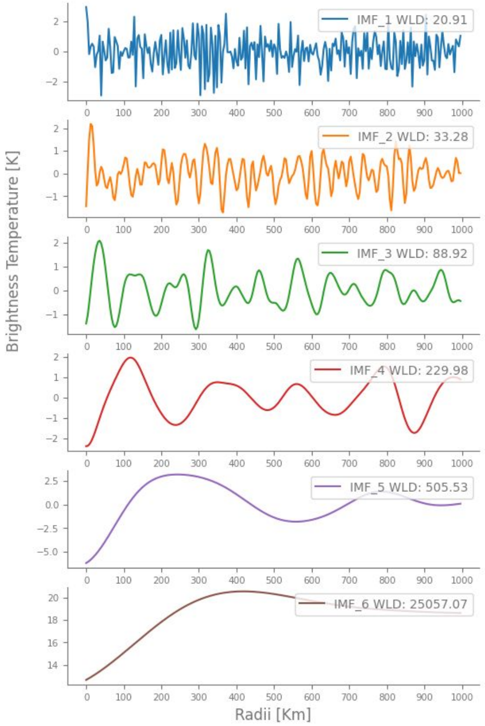

**Fuente:** Bedka, Brunner, Dworak, Feltz, Otkin, & Greenwald, 2010

# Descomposición Espectral HHT

TS




IMFs




FFT

$$F(\omega) = \int_{-\infty}^{\infty} f(t) e^{-i\omega t}\, dt \longrightarrow \mathrm{Var}(IMF_i)$$

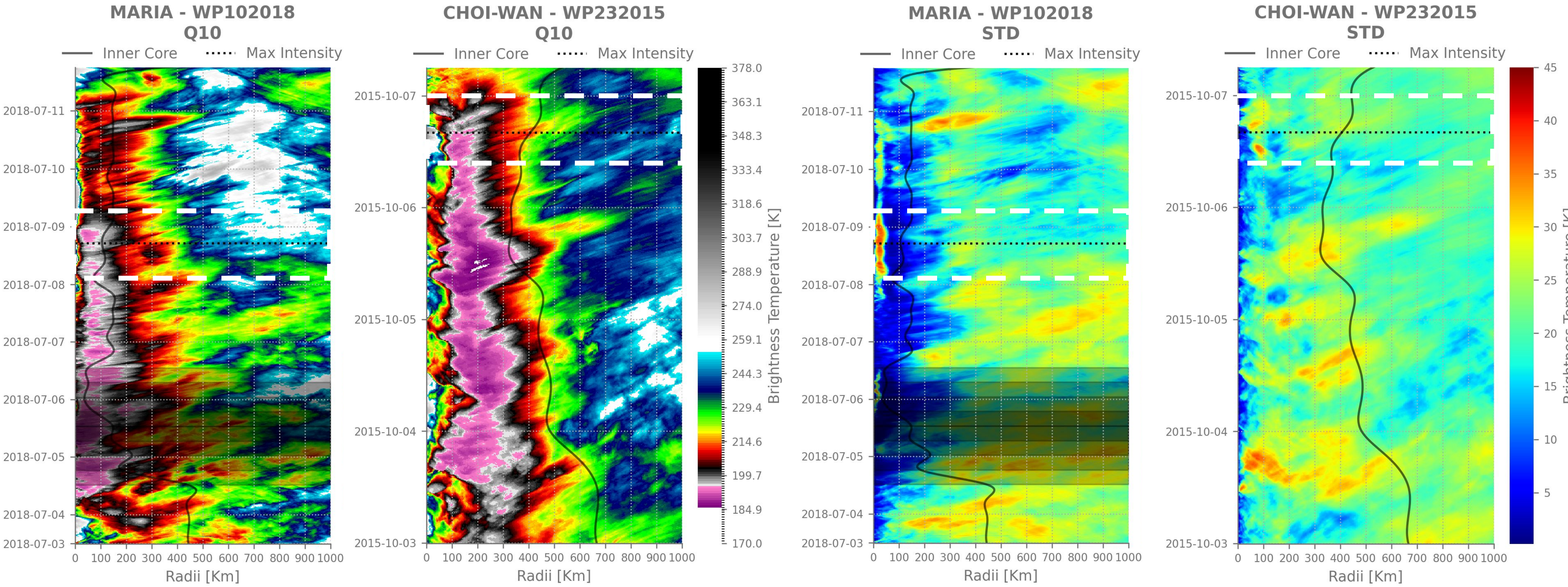
# ANÁLISIS DE ESTRUCTURAS CONVECTIVAS Y SU ROL EN LA RI

*Facultad de Ciencias Agrarias*
*Facultad de Ciencias*
*Sede Bogotá*

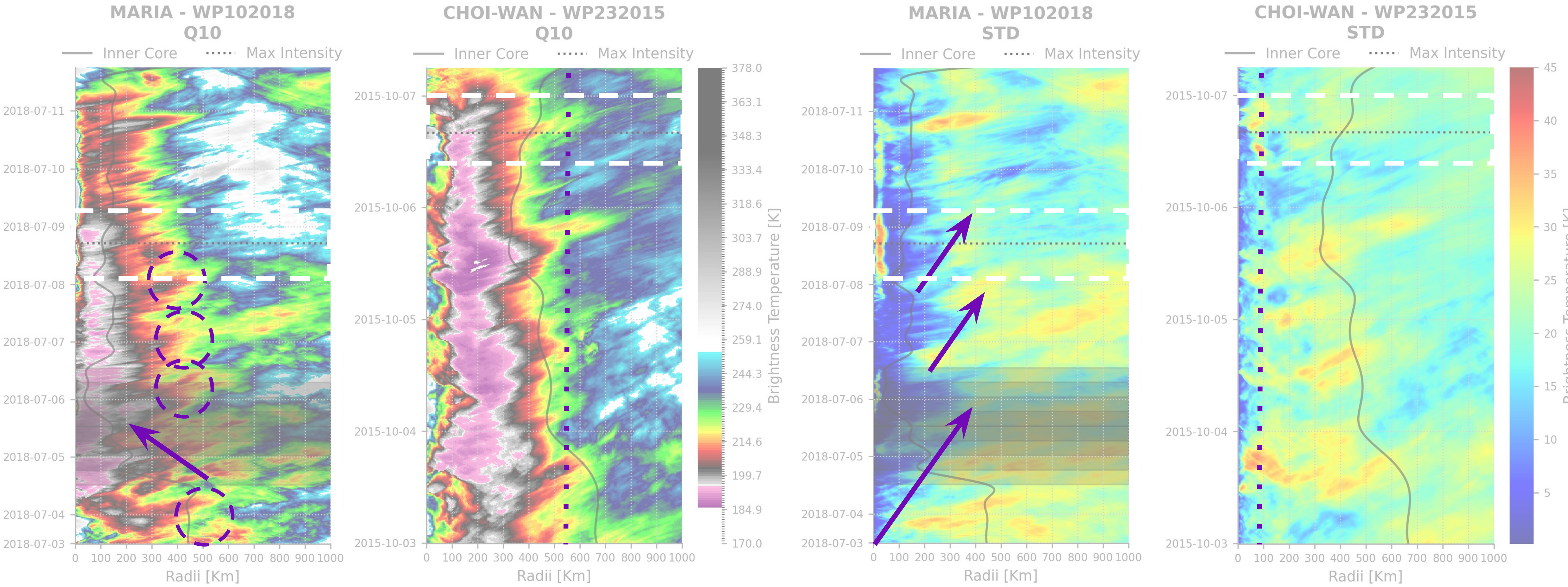
II CONGRESO INTERNACIONAL DE VARIABILIDAD Y CAMBIO CLIMÁTICO

UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA

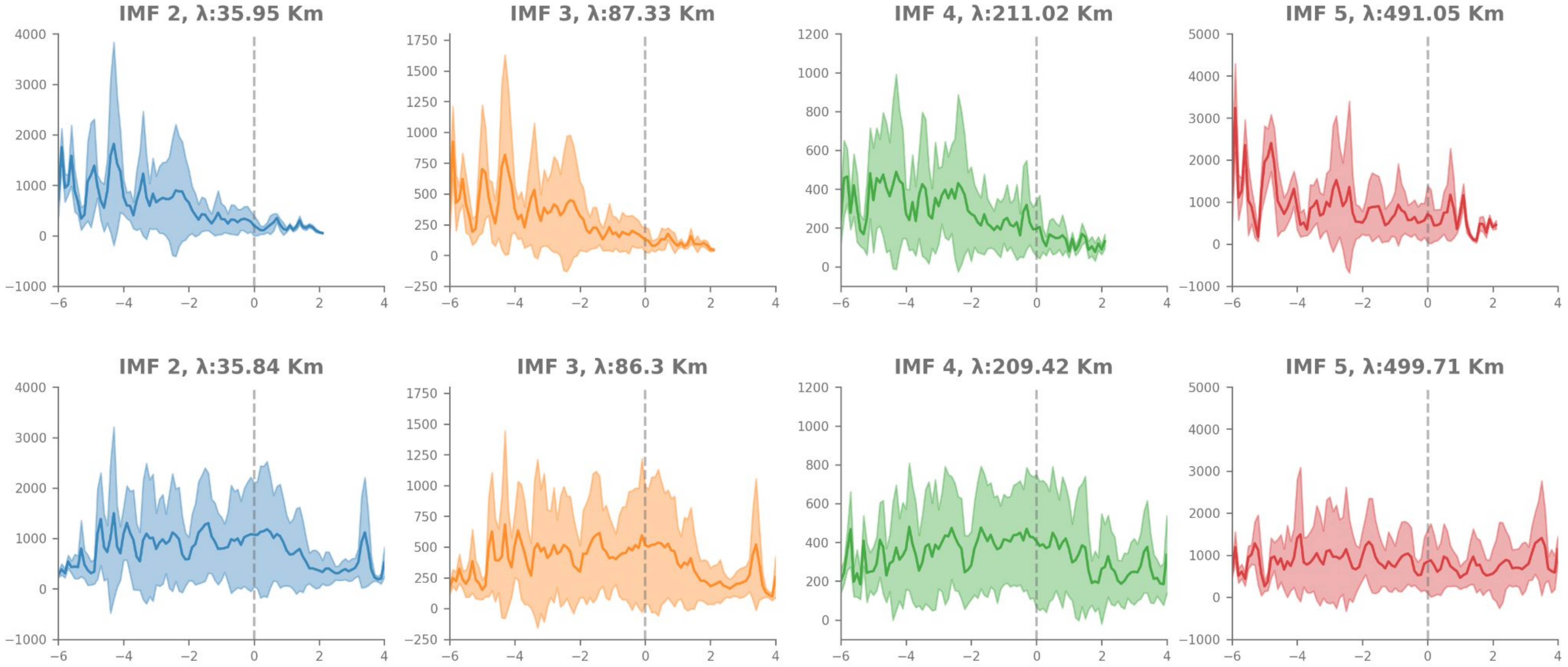
# Distribución Radial De La Convección



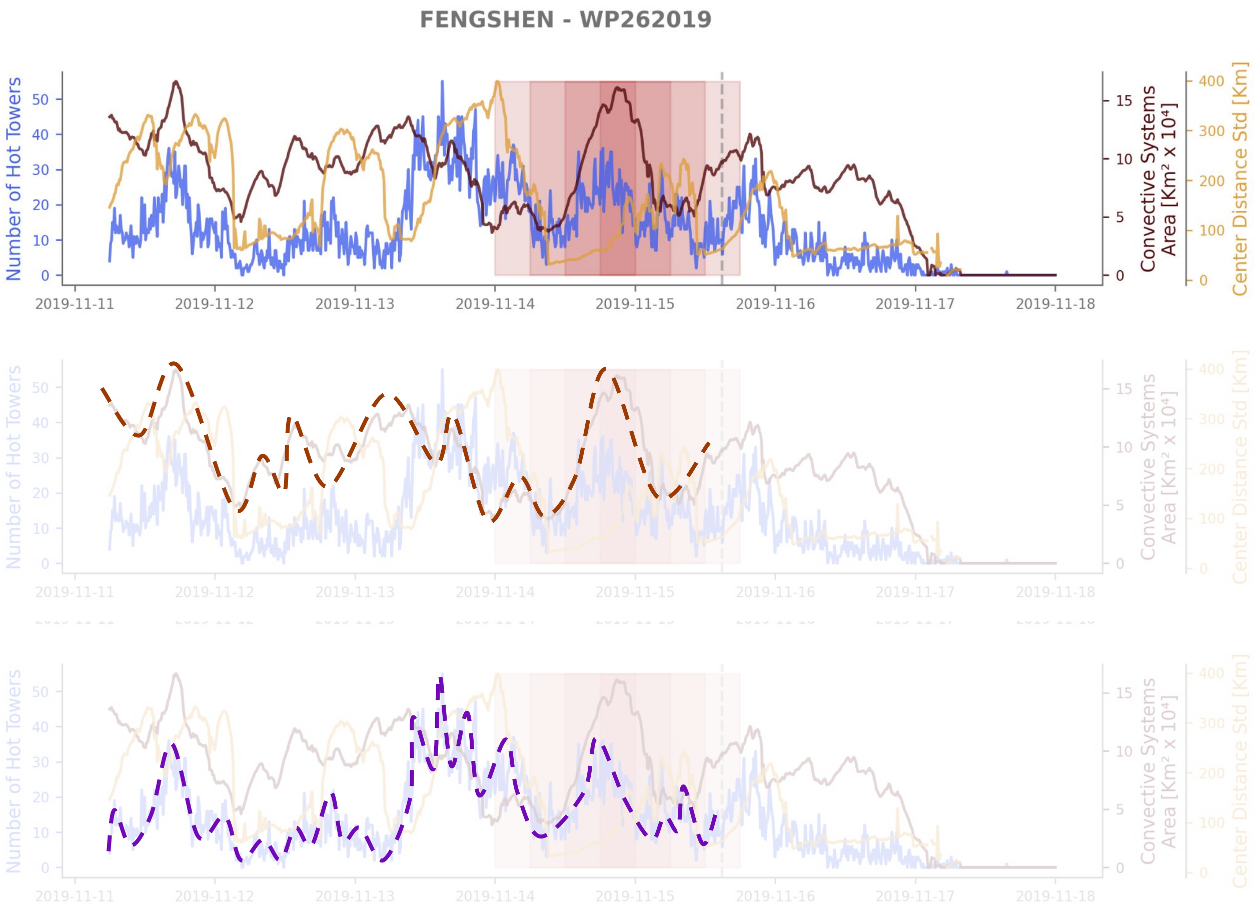
# Distribución Radial De La Convección

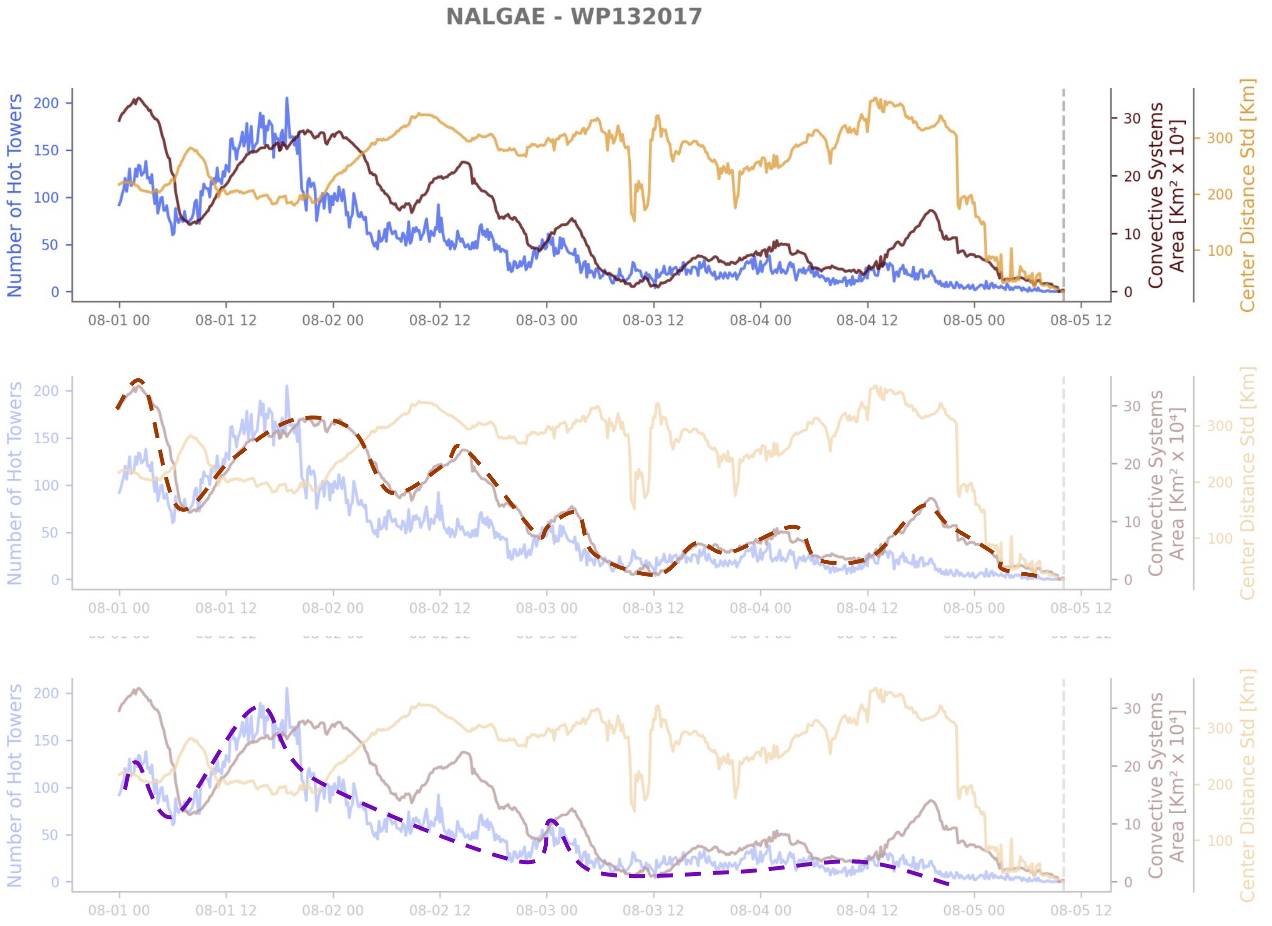


# Distribución Radial De La Convección

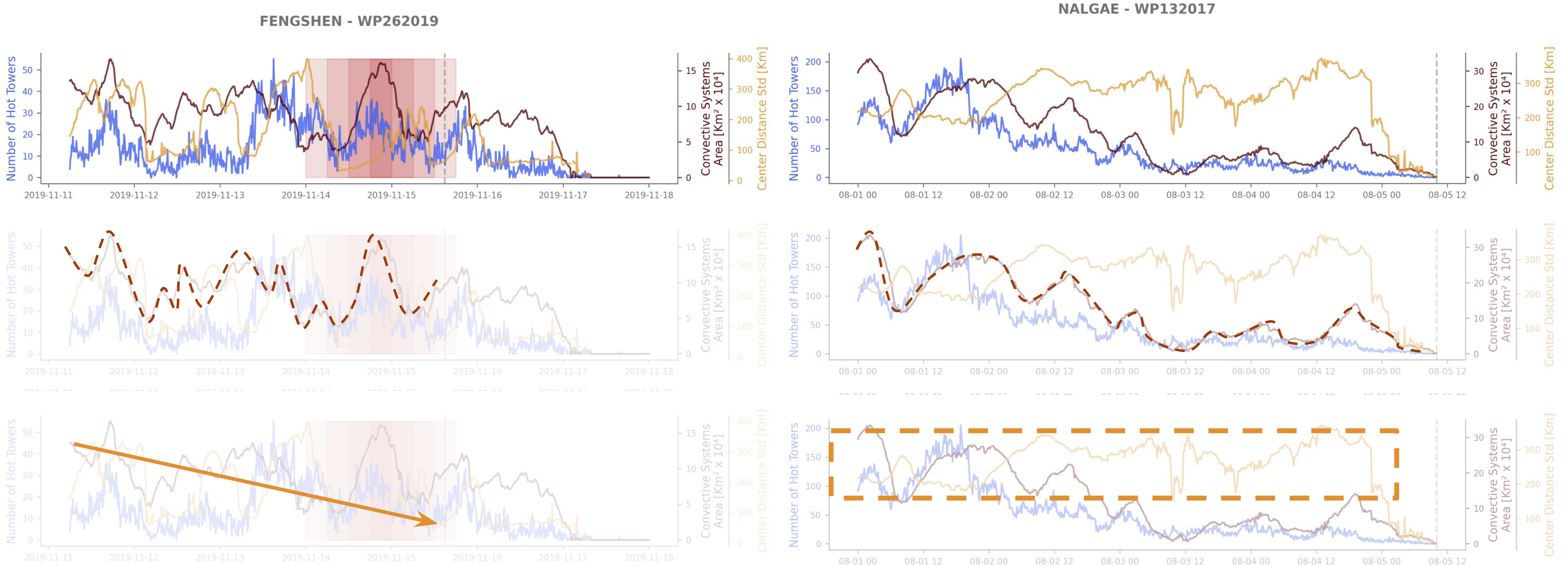


# Análisis Temporal de Estructuras Convectivas

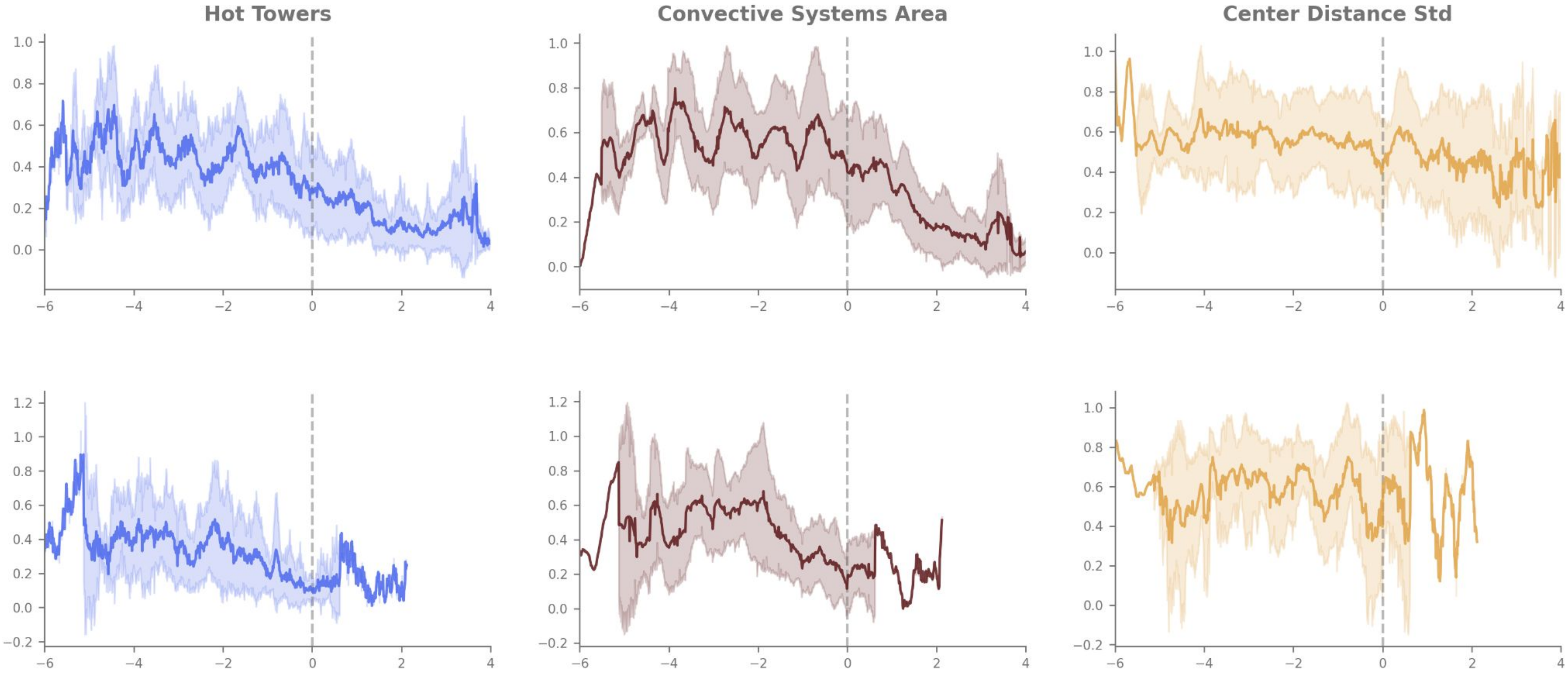


# Análisis Temporal de Estructuras Convectivas



# Análisis Temporal de Estructuras Convectivas



# ESTRUCTURAS CONVECTIVAS Y SU INFLUENCIA EN LA DINÁMICA ATMOSFÉRICA

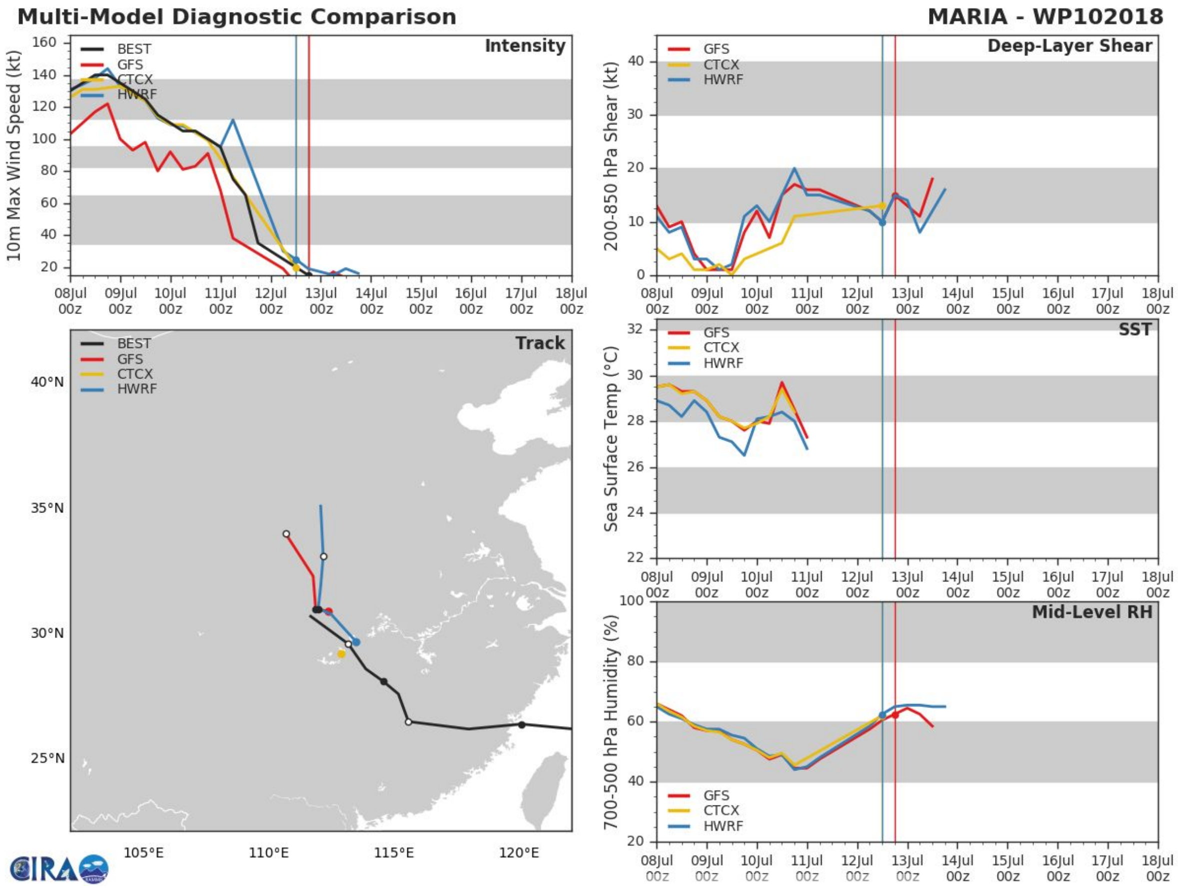
*Facultad de Ciencias Agrarias*
*Facultad de Ciencias*
*Sede Bogotá*

II CONGRESO INTERNACIONAL DE VARIABILIDAD Y CAMBIO CLIMÁTICO

UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA

# Implicaciones Para La Predicción de RI

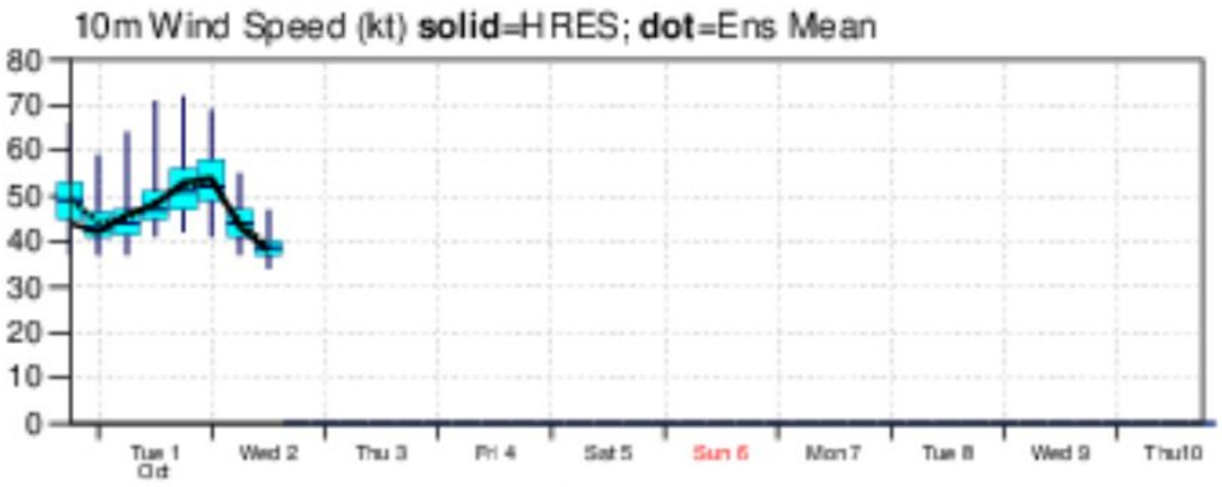
- Importancia de los **ciclos convectivos** días antes de la intensificación máxima.
- **Variabilidad** de alta frecuencia en intensidad desafía pronósticos numéricos.
- Estructura , orden y su distancia al centro como **indicador** de intensificación rápida.

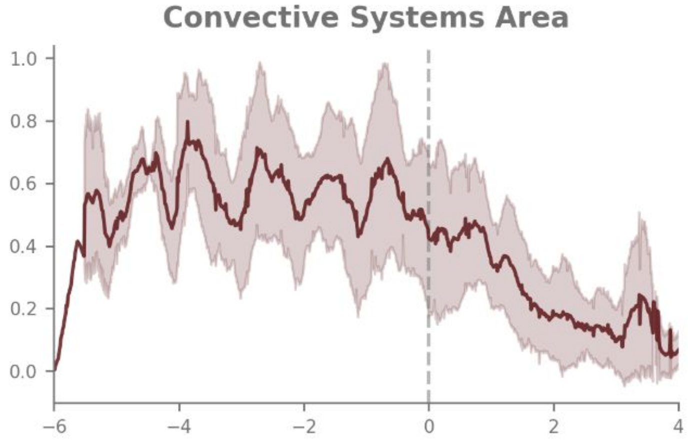



**Fuente:** RAMMB CIRA

# Conclusiones

- Identificación de Ciclos de Convección en RI.
- Alternancia entre fases simétricas y asimétricas.
- Importancia de las torres calientes (HTs).
- Importancia de la distancia de la distancia de estructuras convectivas



# CONTACTO

duvancho321.github.io

dnieves@unal.edu.co

# REFERENCIAS


Adler, R. F., Markus, M. J., Fen, D. D., Szejwach, G., & Shenk, W. E. (1983). Thunderstorm top structure observed by aircraft overflights with an infrared radiometer. *Journal of Applied Meteorology and Climatology, 22*(4), 579–593.

Bedka, K., Brunner, J., Dworak, R., Feltz, W., Otkin, J., & Greenwald, T. (2010). Objective satellite-based detection of overshooting tops using infrared window channel brightness temperature gradients. *Journal of Applied Meteorology and Climatology, 49*(1), 181–202.

Blaylock, B. K. (2023). GOES-2-go: Download and display GOES-East and GOES-West data (Version 2022.07.15) [Computer software]. https://github.com/blaylockbk/goes2go

Bureau Of Meteorology. (2021). Bureau of Meteorology Satellite Observations (Collection). https://doi.org/10.25914/61A609F9E7FFA

# REFERENCIAS


Cecil, D. J., Zipser, E. J., & Nesbitt, S. W. (2002). Reflectivity, ice scattering, and lightning characteristics of hurricane eyewalls and rainbands. Part I: Quantitative description. *Monthly Weather Review, 130*(3), 769–784.

DeMaria, M., & Kaplan, J. (1999). An updated statistical hurricane intensity prediction scheme (SHIPS) for the Atlantic and eastern North Pacific basins. *Weather and Forecasting, 14*(3), 326–337.

Emanuel, K. (2017). Will global warming make hurricane forecasting more difficult? *Bulletin of the American Meteorological Society, 98*(3), 495–501.

Hendricks, E. A., Montgomery, M. T., & Davis, C. A. (2004). The role of "vortical" hot towers in the formation of tropical cyclone Diana (1984). *Journal of the Atmospheric Sciences, 61*(11), 1209–1232.

# REFERENCIAS


Houze Jr, R. A. (2004). Mesoscale convective systems. *Reviews of Geophysics, 42*(1).

Houze Jr, R. A. (2010). Clouds in tropical cyclones. *Monthly Weather Review, 138*(2), 293–344.

Houze Jr, R. A., Lee, W.-C., & Bell, M. M. (2009). Convective contribution to the genesis of Hurricane Ophelia (2005). *Monthly Weather Review, 137*(9), 2778–2800.

Kaplan, J., & DeMaria, M. (2003). Large-scale characteristics of rapidly intensifying tropical cyclones in the North Atlantic basin. *Weather and Forecasting, 18*(6), 1093–1108.

Kelley, O. A., Stout, J., & Halverson, J. B. (2004). Tall precipitation cells in tropical cyclone eyewalls are associated with tropical cyclone intensification. *Geophysical Research Letters, 31*(L24112).

# REFERENCIAS


Montgomery, M. T., & Smith, R. K. (2014). Paradigms for tropical cyclone intensification. *Australian Meteorological and Oceanographic Journal, 64*(1), 37–66.

National Hurricane Center. (2018). Glossary of NHC terms. https://www.nhc.noaa.gov/aboutgloss.shtml

Olander, T. L., & Velden, C. S. (2009). Tropical cyclone convection and intensity analysis using differenced infrared and water vapor imagery. *Weather and Forecasting, 24*(6), 1558–1572.

Rogers, R., Reasor, P., & Lorsolo, S. (2013). Airborne Doppler observations of the inner-core structural differences between intensifying and steady-state tropical cyclones. *Monthly Weather Review, 141*(9), 2970–2991.

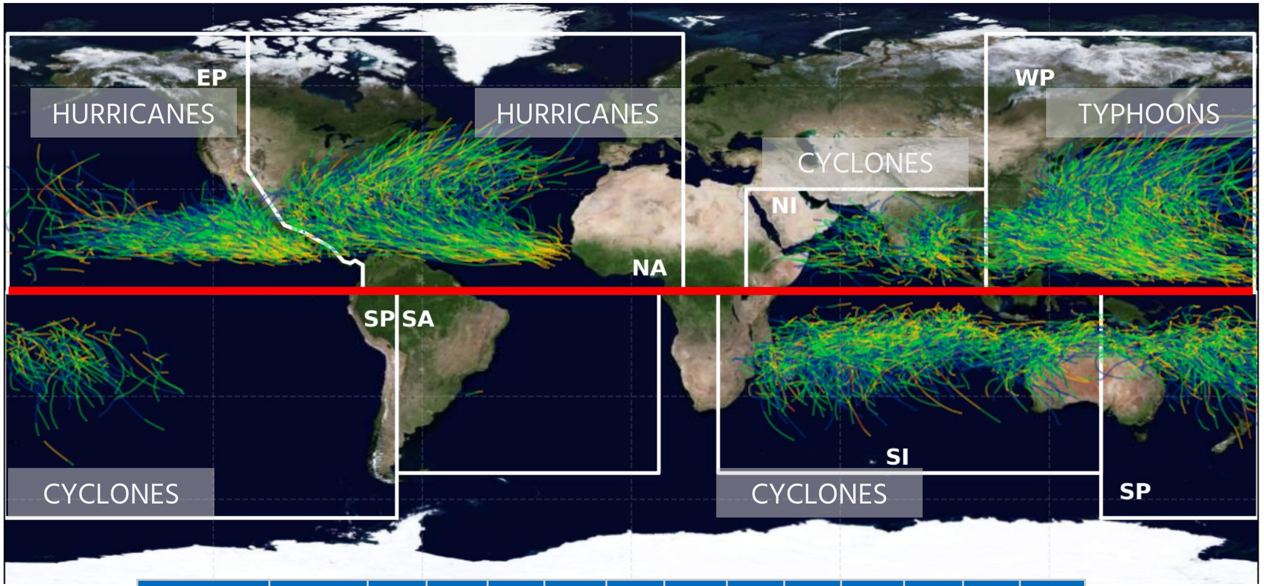
# REFERENCIAS

Yu, C.-K., Lin, C.-Y., & Pun, C.-H. (2023). Origin of outer tropical cyclone rainbands. *Nature Communications, 14*, 7061.

Zipser, E. J., Cecil, D. J., Liu, C., Nesbitt, S. W., & Yorty, D. P. (2006). Where are the most intense thunderstorms on Earth? *Bulletin of the American Meteorological Society, 87*(8), 1057–1072.

# ANEXOS

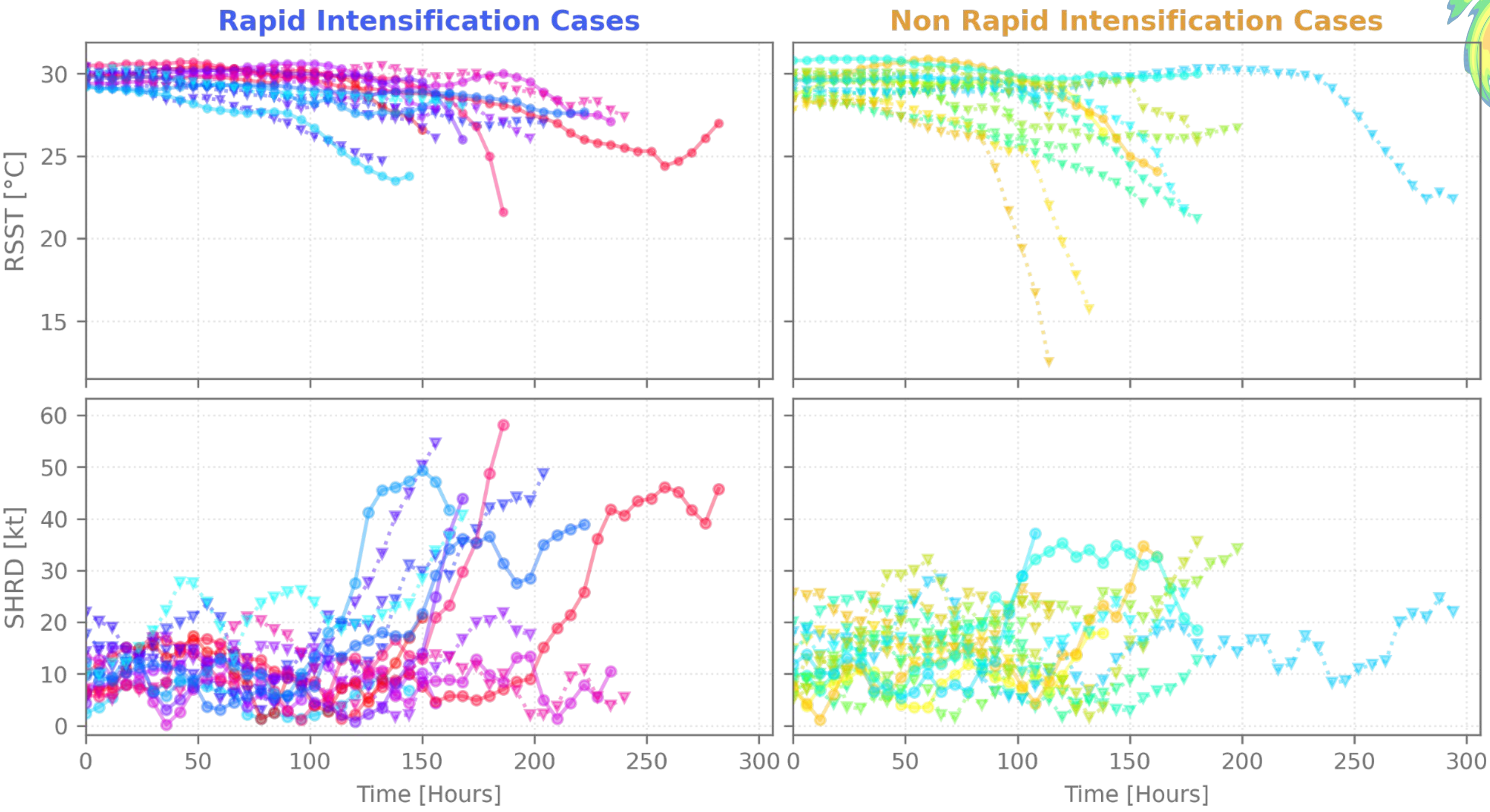
# Ciclones Tropicales: Escala de Intensidad



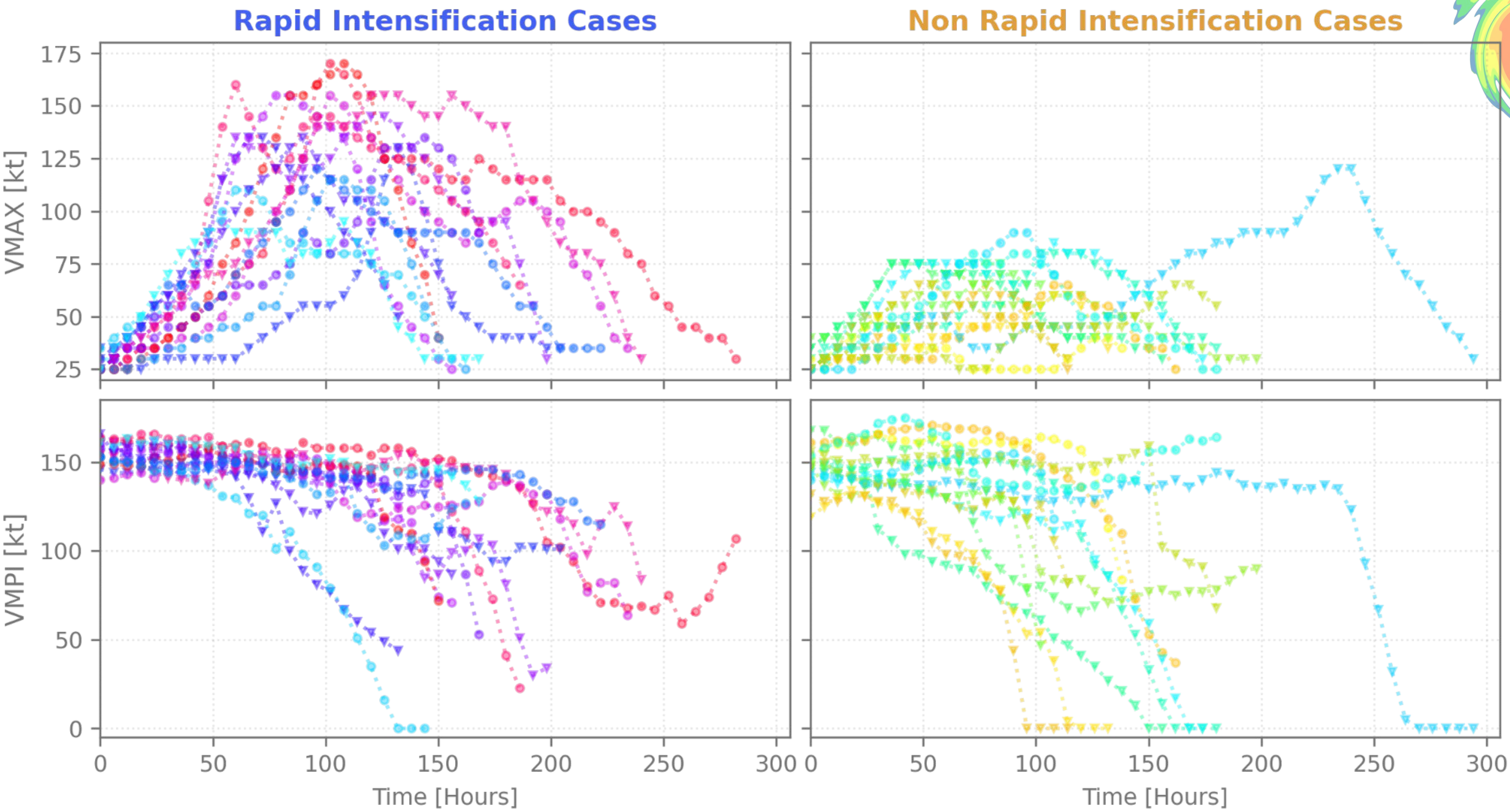

| BASIN | Mean | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| WP | 25.2 | 1.3 | 1.2 | 1.3 | 1.4 | 1.8 | 2.4 | 4.8 | 6.4 | 5.7 | 4.3 | 2.8 | 1.8 |
| EP | 14.6 | 1.0 | 0.0 | 1.0 | 1.0 | 1.3 | 2.3 | 4.1 | 4.4 | 3.8 | 2.4 | 1.4 | 1.0 |
| SI | 11.9 | 4.4 | 4.4 | 3.6 | 2.3 | 1.3 | 1.3 | 1.1 | 1.3 | 1.3 | 1.3 | 1.7 | 2.9 |
| **NA** | **10.0** | **1.0** | **1.0** | **1.0** | **1.2** | **1.1** | **1.6** | **1.9** | **3.5** | **4.6** | **2.8** | **1.3** | **1.1** |
| SP | 8.2 | 3.1 | 2.9 | 2.6 | 1.8 | 1.5 | 1.6 | 1.3 | 1.0 | 1.0 | 1.6 | 1.3 | 2.0 |
| NI | 4.8 | 1.0 | 1.0 | 1.0 | 1.1 | 1.5 | 1.9 | 2.2 | 2.1 | 2.0 | 2.0 | 1.8 | 1.3 |
| SA | 1.0 | 0.0 | 0.0 | 1.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |

| | Categoría | Vientos | Tipos de daños debido a vientos huracanados |
|---|---|---|---|
| Intensidad Mínima | 1 | **74-95 mph<br>64-82 kt<br>119-153 km/h<br>33-42 m/s** | **Los vientos muy peligrosos producirán algunos daños:** las casas de madera bien construidas podrían tener daños en el techo, las tejas, el revestimiento de vinilo y las canaletas. |
| | 2 | **96-110 mph<br>83-95 kt<br>154-177 km/h<br>42-49 m/s** | **Los vientos extremadamente peligrosos causarán daños extensos:** las casas de estructura bien construidas podrían sufrir daños importantes en el techo y el revestimiento. |
| | 3 | **111-129 mph<br>96-112 kt<br>178-208 km/h<br>49-57 m/s** | **Ocurrirán daños devastadores:** las casas bien construidas pueden sufrir daños importantes o la eliminación de la plataforma del techo y los extremos de los hastiales. |
| | 4 | **130-156 mph<br>113-136 kt<br>209-251 km/h<br>58-69 m/s** | **Ocurrirán daños catastróficos:** las casas bien construidas pueden sufrir daños severos con la pérdida de la mayor parte de la estructura del techo y/o algunas paredes exteriores. |
| Intensidad Máxima | 5 | **157 mph o más<br>137 kt o más<br>252 km/h o más<br>>70 m/s** | **Se producirán daños catastróficos:** se destruirá un alto porcentaje de las casas con estructura, con la falla total del techo y el colapso de las paredes. |

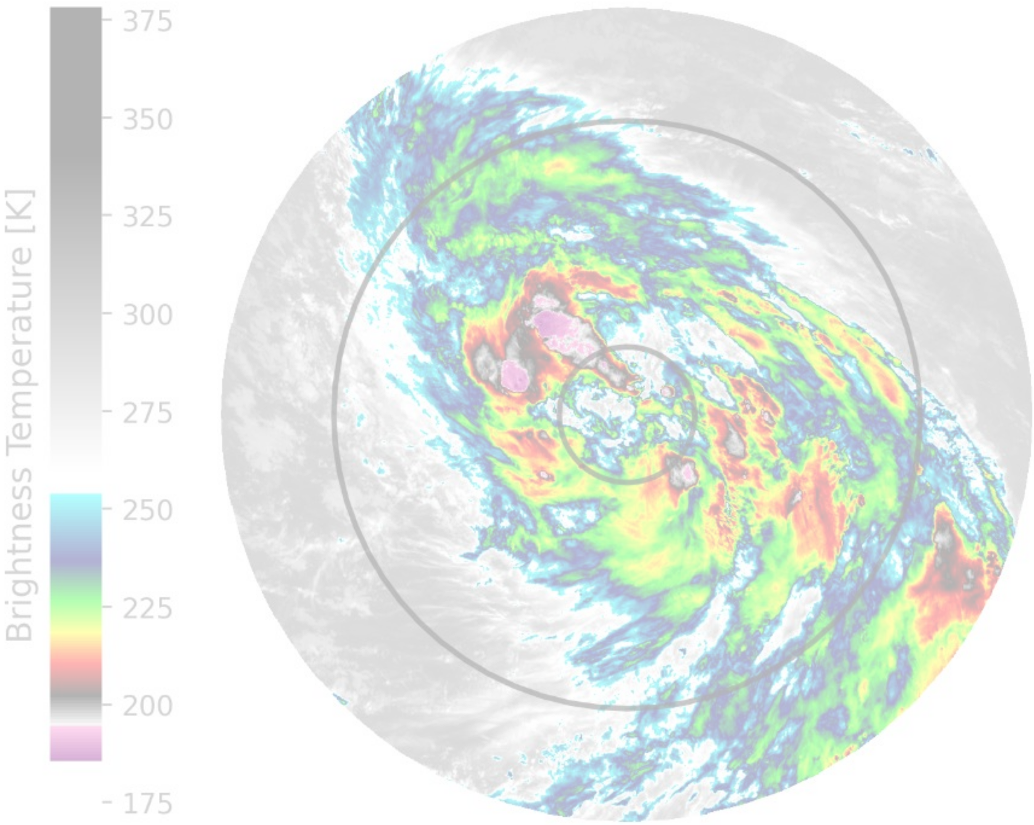
# Ciclones Tropicales Seleccionados



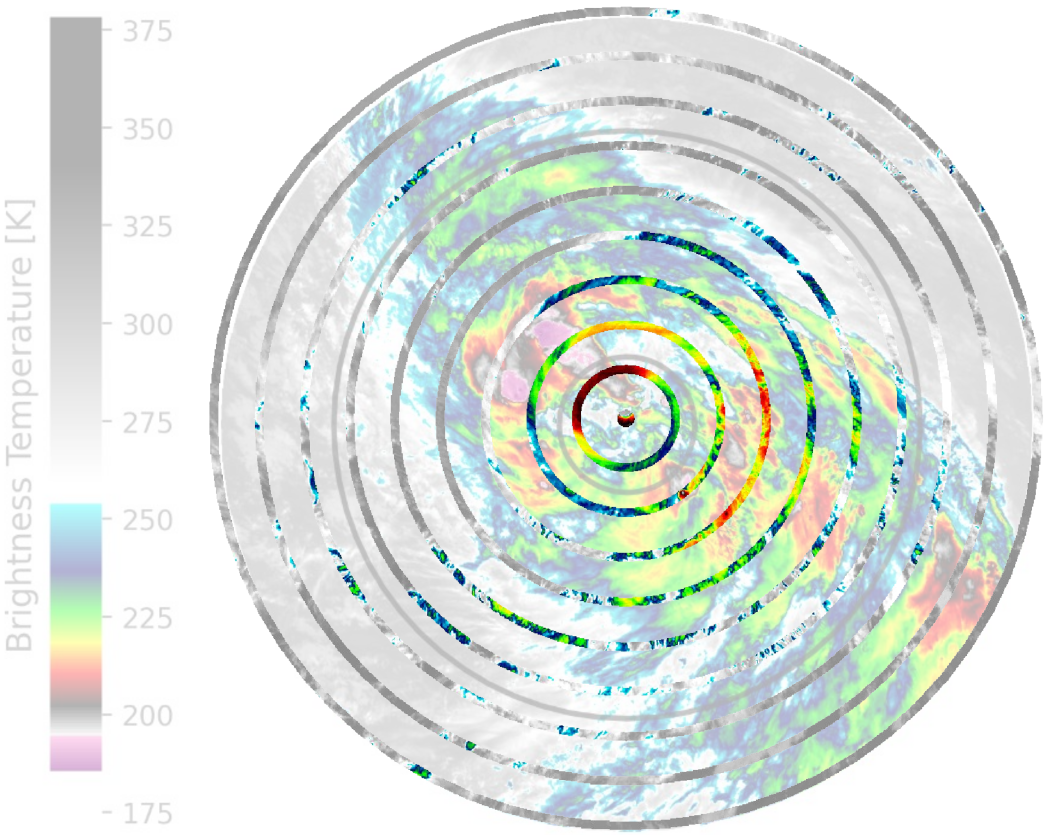
# Ciclones Tropicales Seleccionados



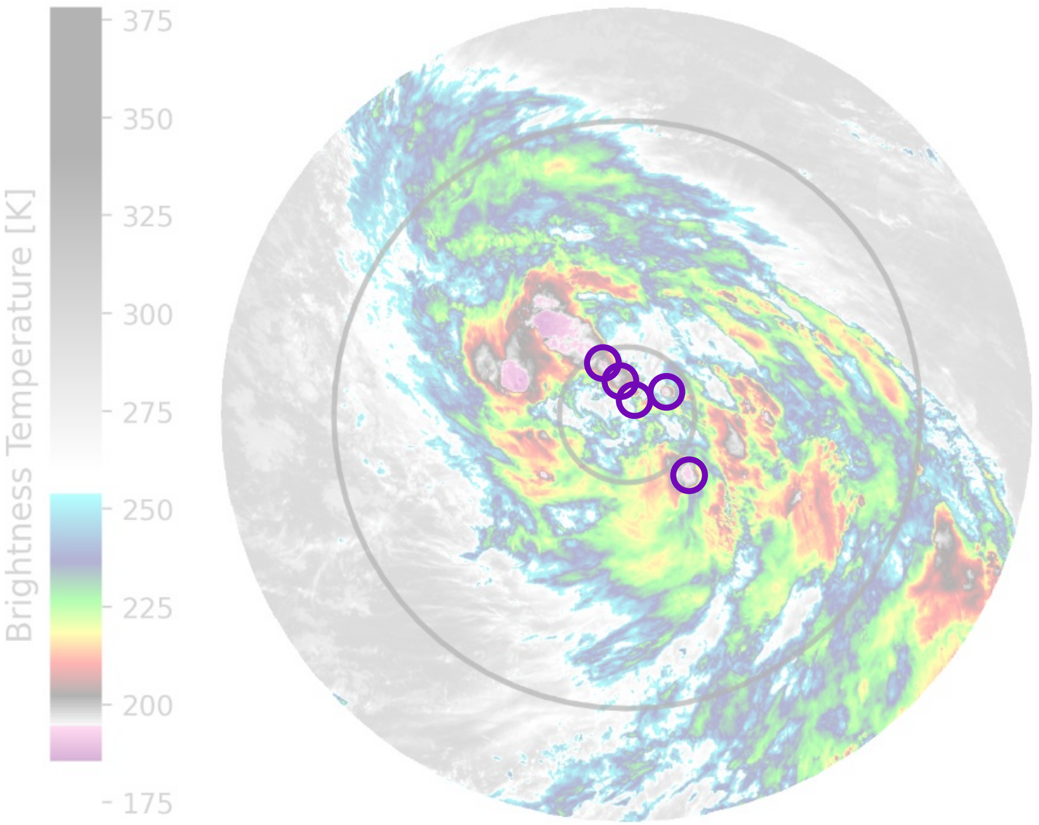
# Máximos Locales De Convección

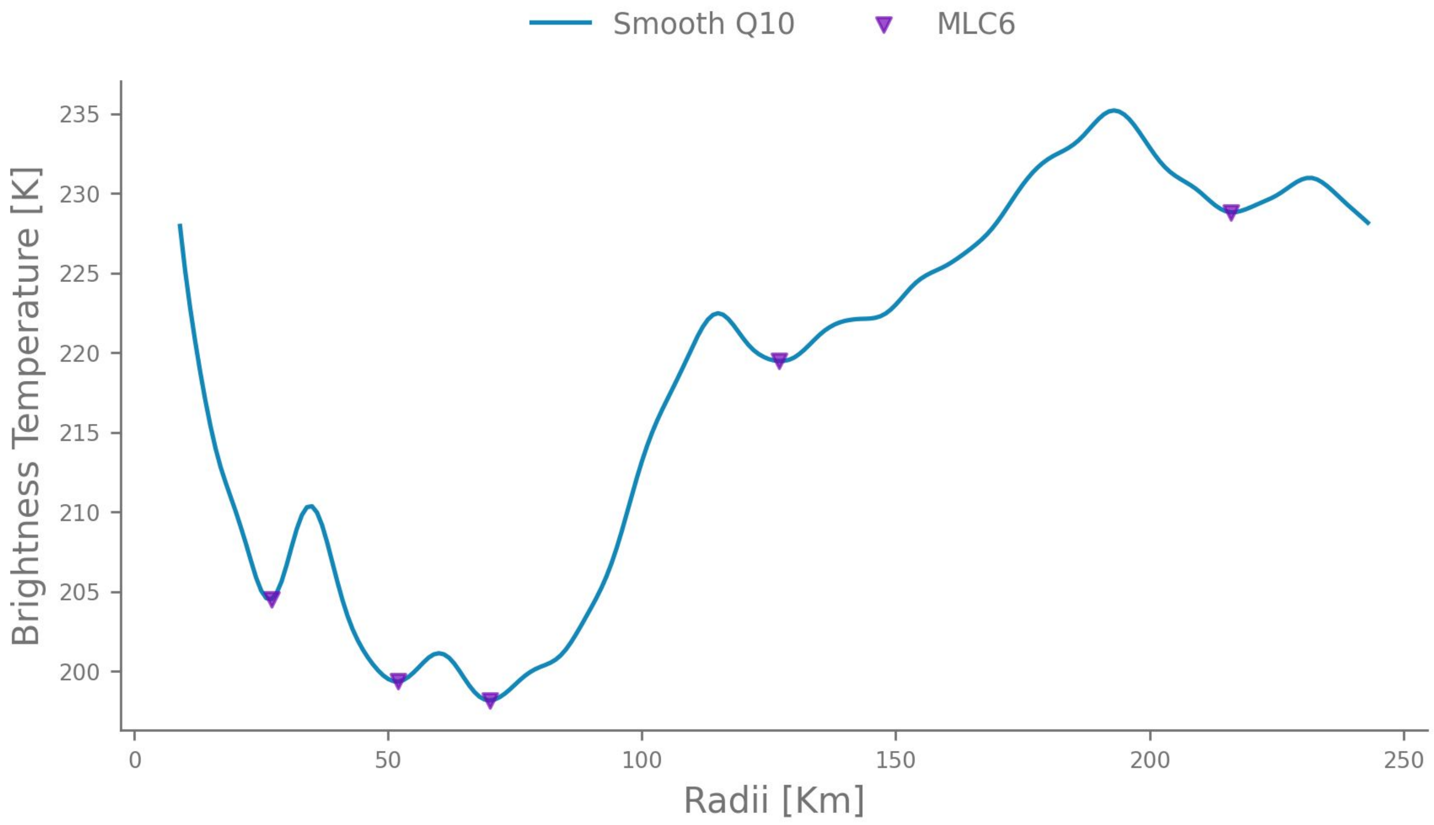


# Máximos Locales De Convección

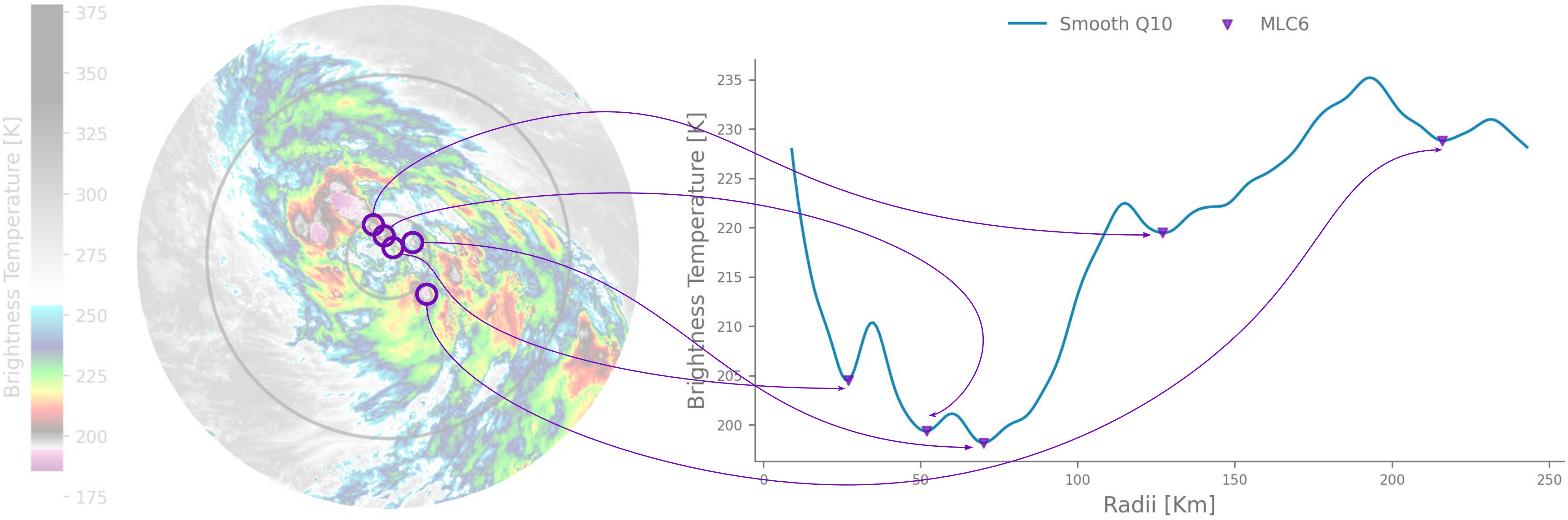


# Máximos Locales De Convección

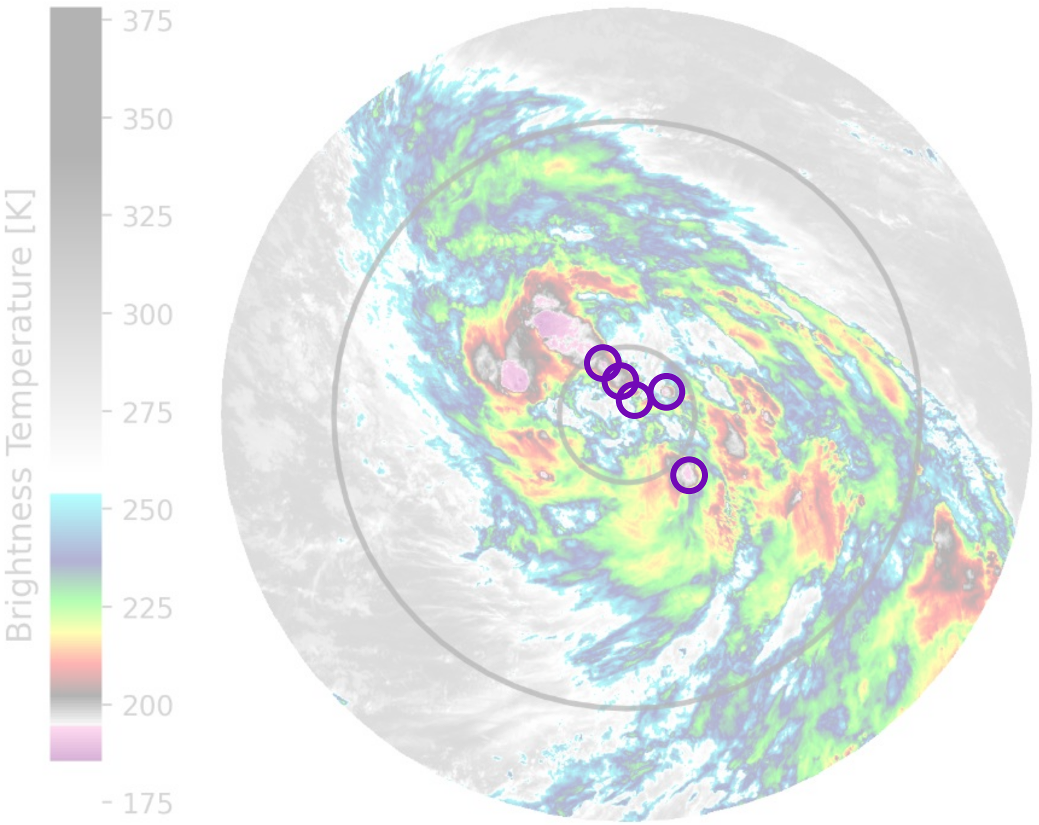


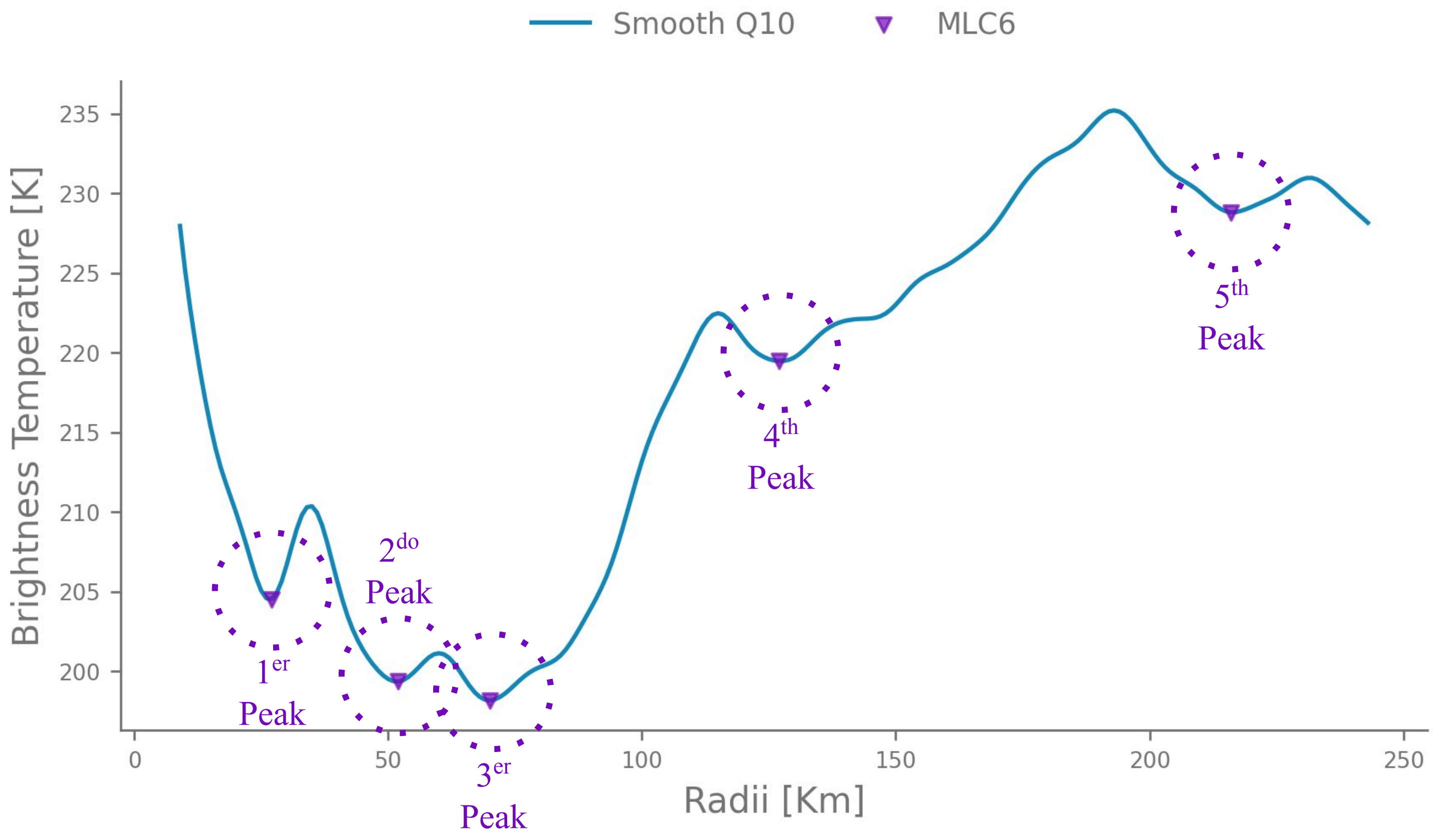



# Máximos Locales De Convección

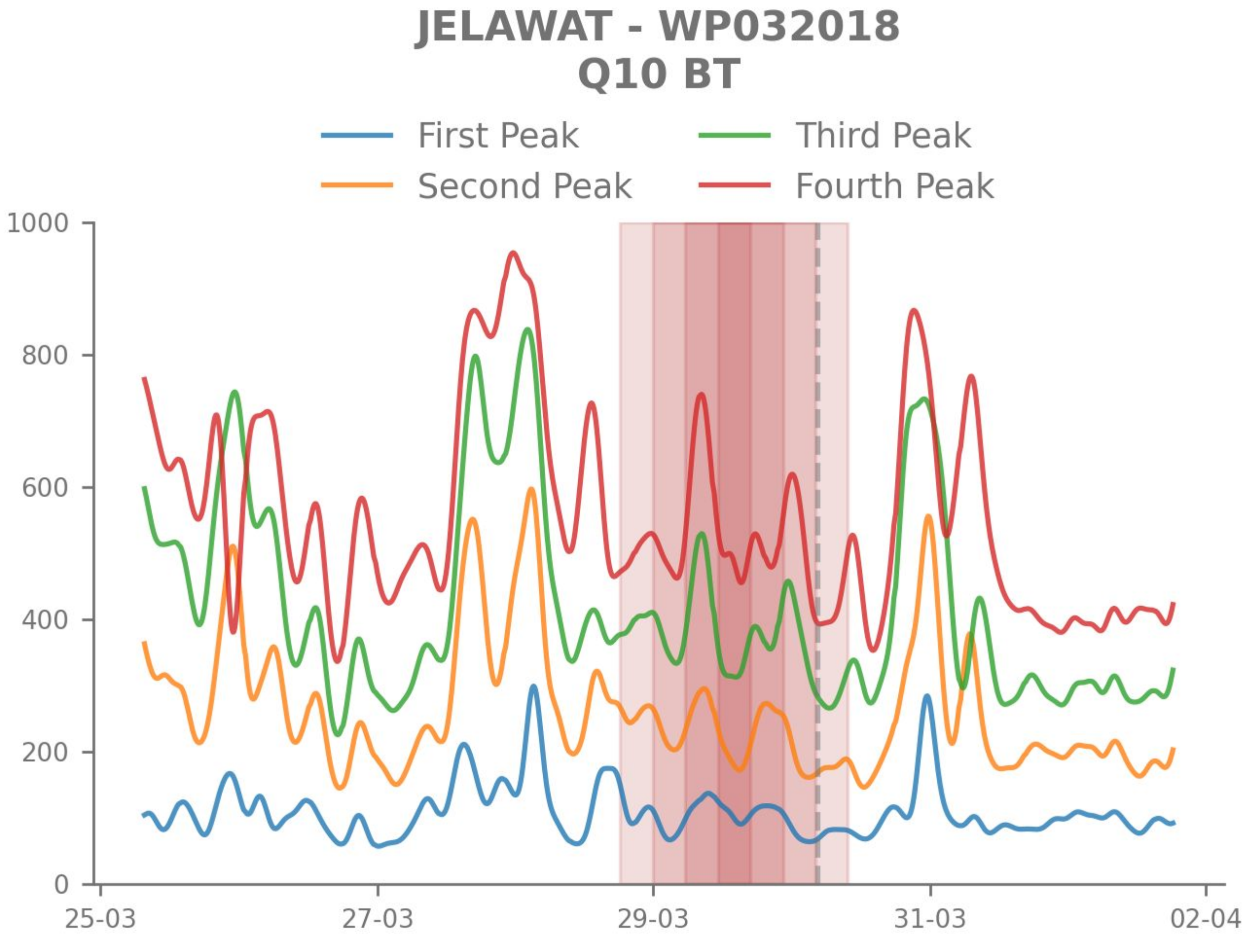


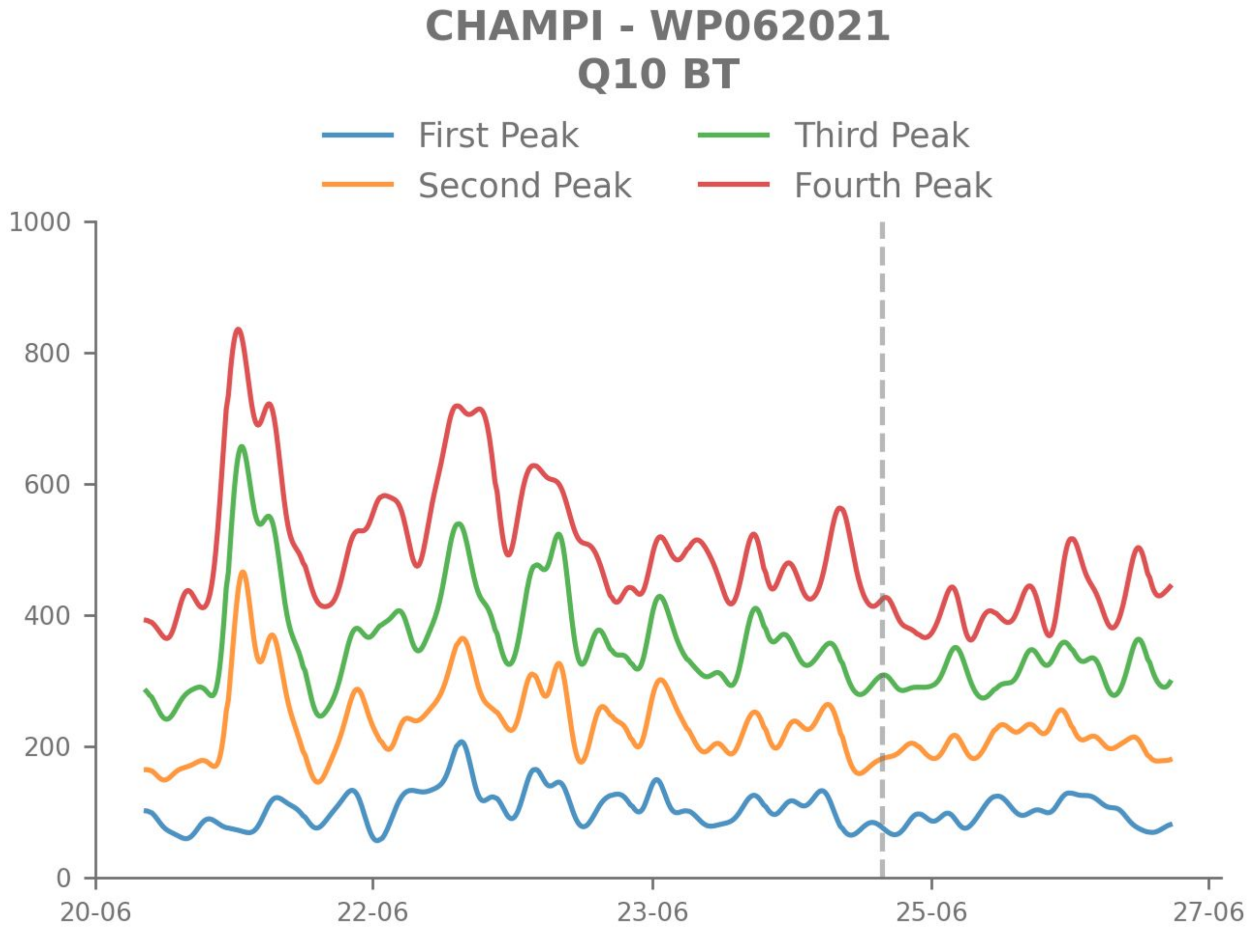
# Máximos Locales De Convección



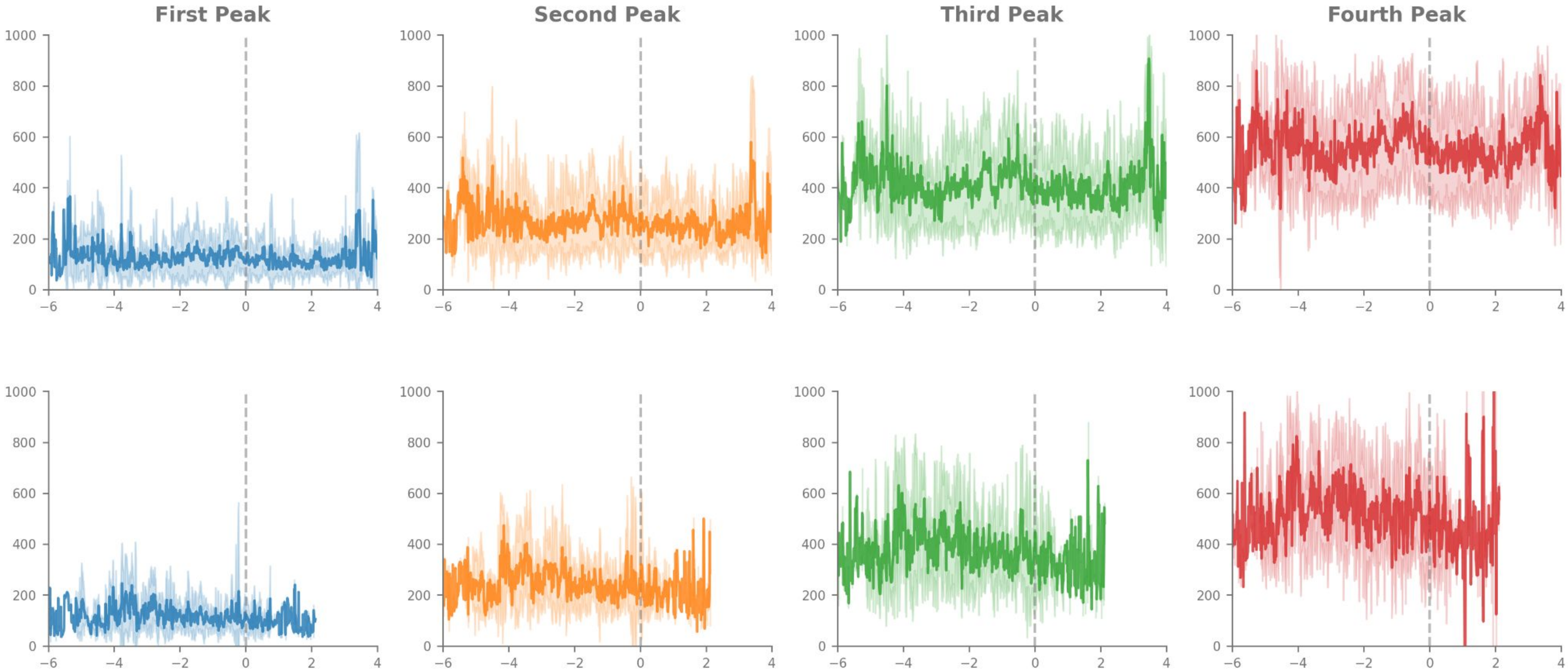



# Máximos Locales De Convección

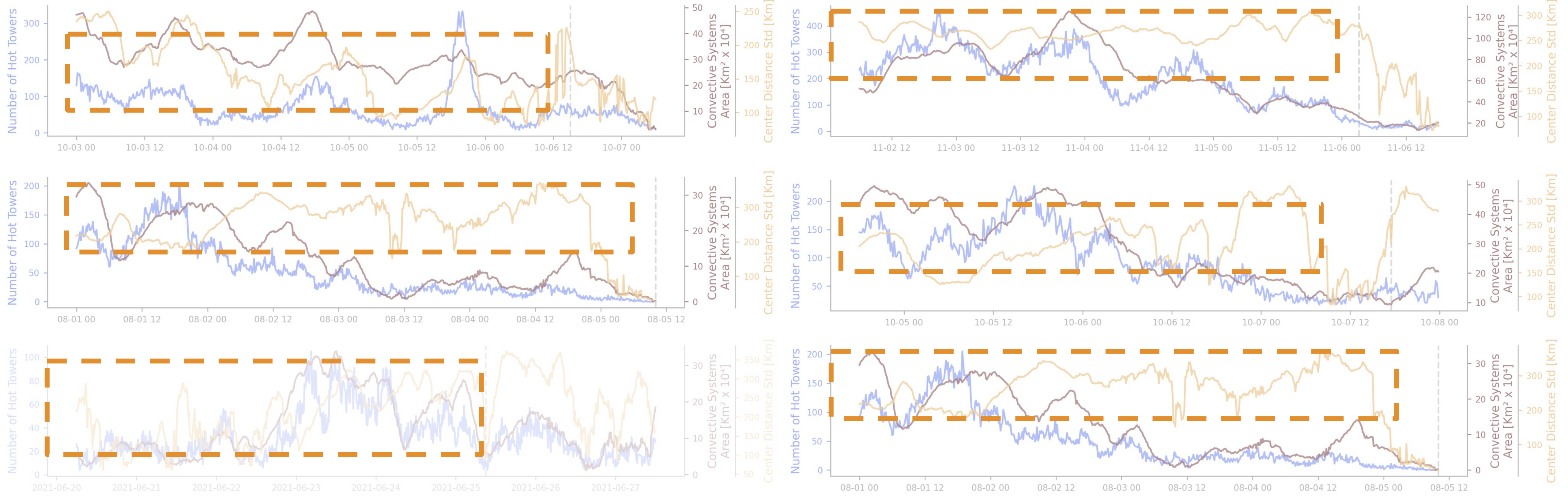


# Máximos Locales De Convección

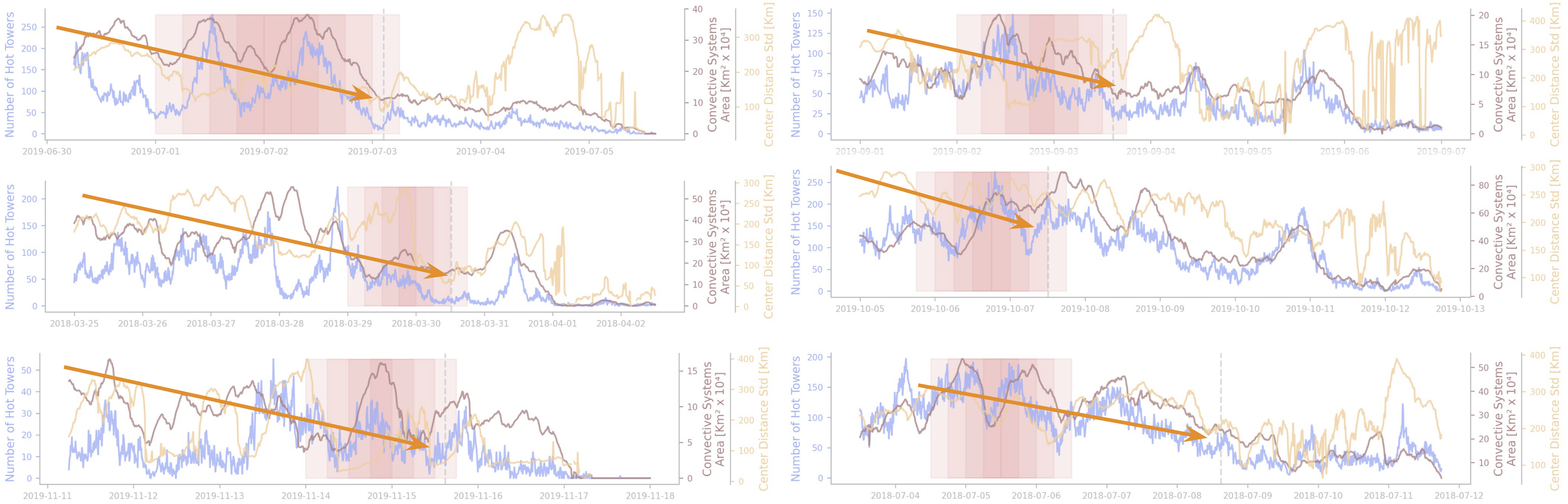


# Análisis Temporal de Estructuras Convectivas



# Análisis Temporal de Estructuras Convectivas





# Análisis Temporal de Estructuras Convectivas