

Grandes Eventos de Precipitación en Chile Centro-Sur y su Relación con la Intensidad y Duración del Transporte de Vapor de Agua

Raúl Valenzuela^{1,7}, **René Garreaud^{2,7}**, **Deniz Bozkurt^{3,7,8}**, **Sebastián Krogh⁵**, **Diego Campos⁶** y **Lucía Scaff⁴**

¹Instituto de Cs. De la Ingeniería, Universidad de O'Higgins

²Departamento de Geofísica, Universidad de Chile

³Departamento de Meteorología, Universidad de Valparaíso

⁴Departamento de Geofísica, Universidad de Concepción

⁵Departamento de Recursos Hídricos, Universidad de Concepción

⁶Earth Sciences Department, Barcelona Supercomputing Center

⁷Centro del Cs. Del Clima y la Resiliencia (CR2), Universidad de Chile

⁸Centro de Investigación Oceanográfica en el Pacífico Sur-Oriental (COPAS), Universidad de Concepción

7° Congreso de Oceanografía Física, Meteorología, y Clima del Pacífico Sur Oriental
4-6 Noviembre 2024 ♦ Iquique

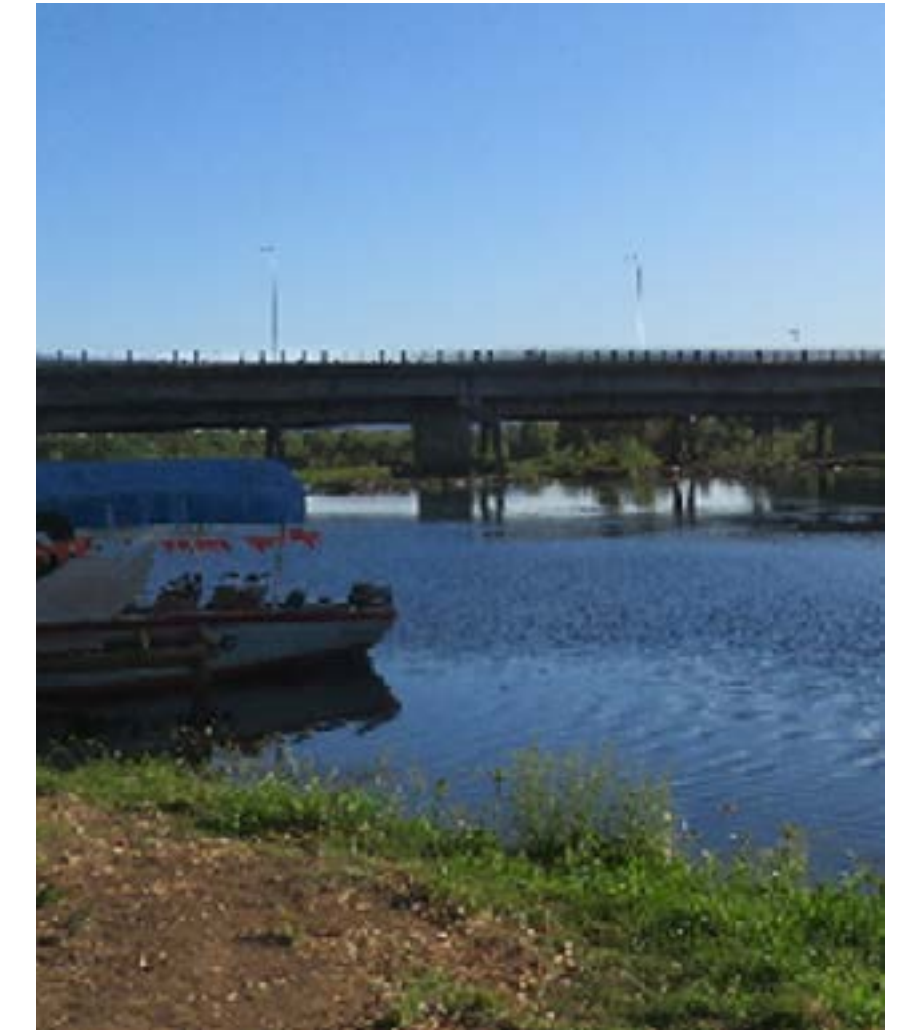
Motivación

Eventos de junio y agosto de 2023

- Año 2023 presentó dos de los eventos extremos de precipitación de múltiples días más importantes en nuestra memoria.
- Lluvias extremas se están observando de manera más frecuente en múltiples lugares.
- Aumento de variabilidad de precipitaciones en observaciones ([Martinez-Villalobos & Neelin 2018](#), [Chang et al 2020](#), [Liu et al 2020](#), [Tan et al 2023](#), [Zhang et al 2024](#))
- Aumento de variabilidad en proyecciones ([Gründemann et al 2022](#), [Martinez-Villalobos & Neelin 2023](#), [De Vries et al 2024](#))



Río Claro, Maule (junio, 2023)

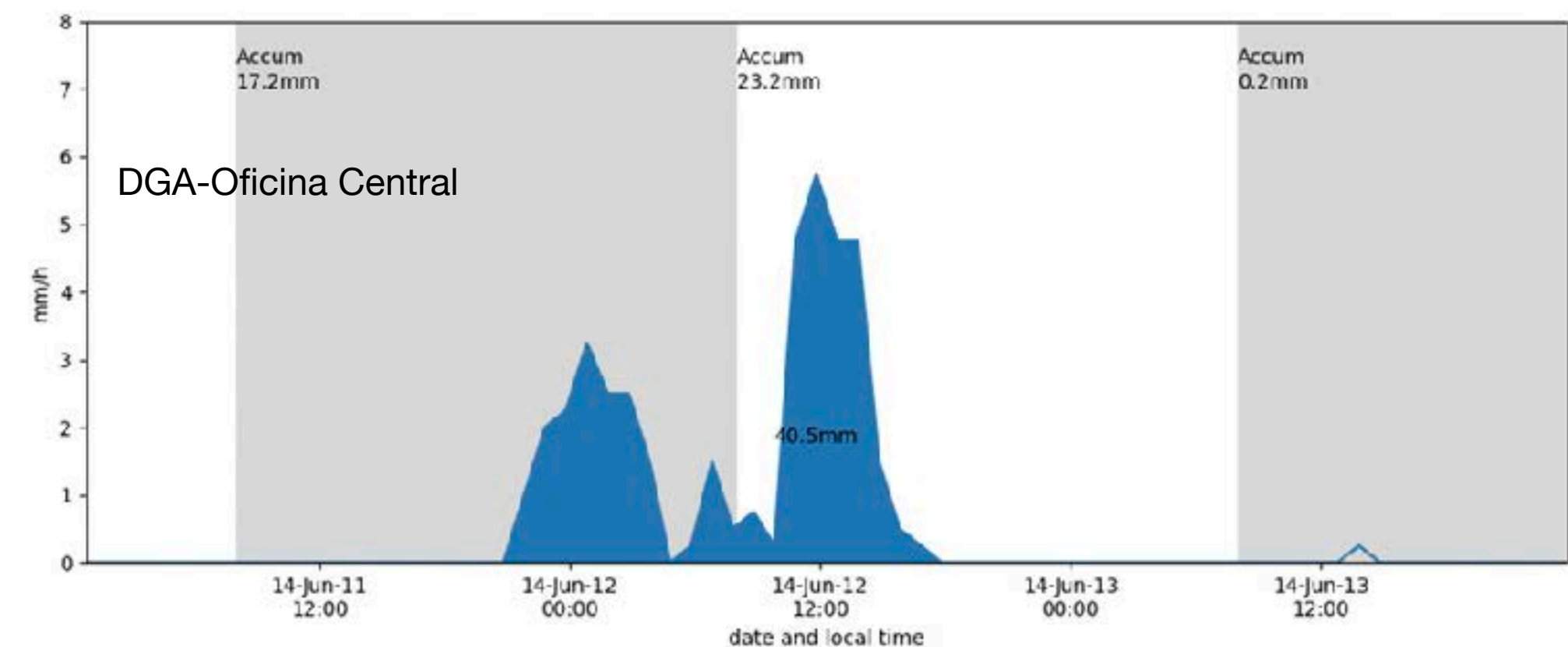
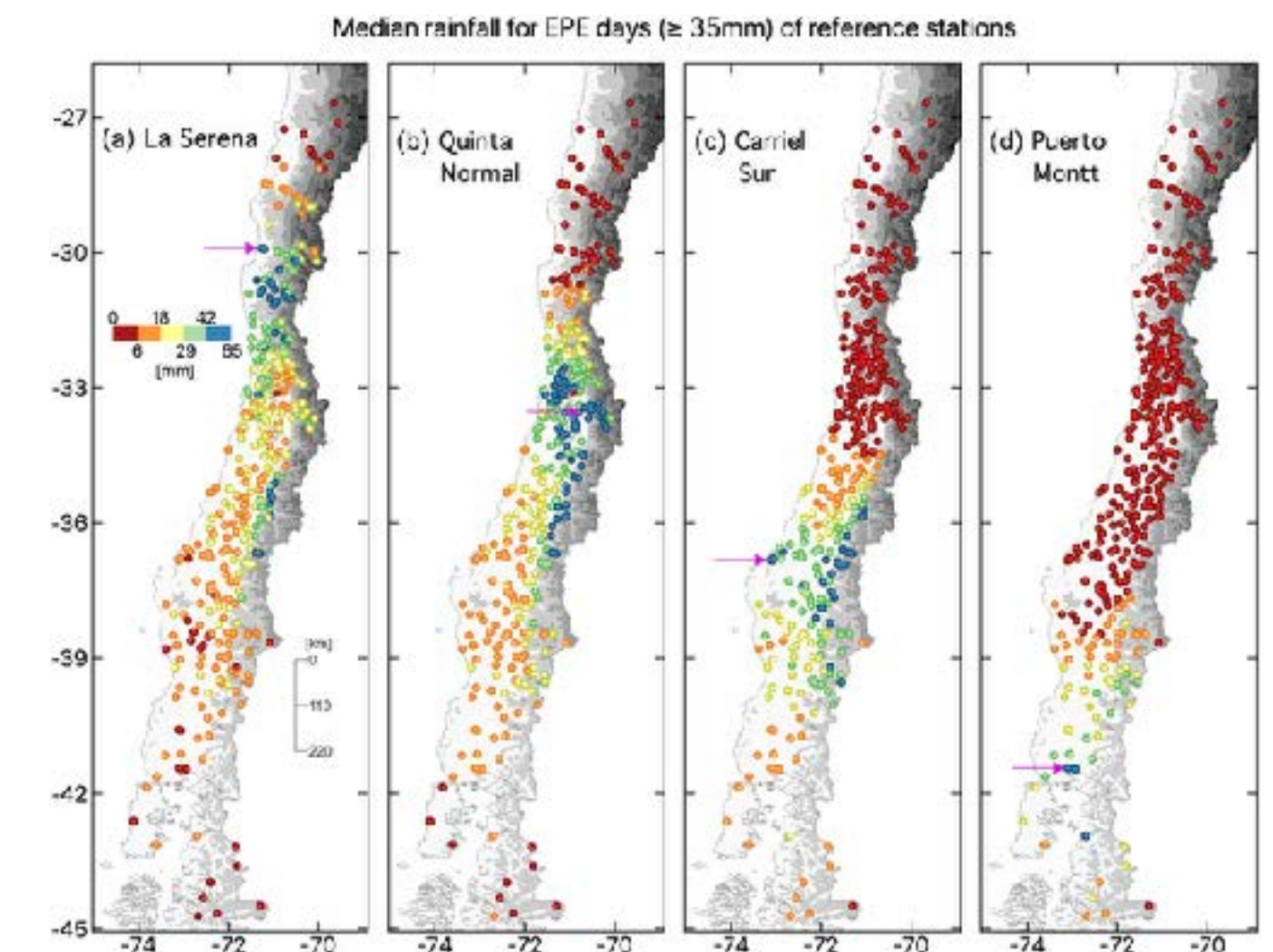


Valencia, España (oct, 2024)

Motivación

¿Cómo encontramos a los EPEs?

- Los EPEs de RM y O'Higgins pueden no serlo en Ñuble y Biobio.
- Los EPEs en cordillera pueden no serlo en la costa y valle central.
- Estadística de precipitación acumulada por bloques fijos (e.g. 8am-8am) es distinta acumulación móvil.
- ¿Si usamos suma móvil a lo largo del año para estudiar EPEs?





Motivación

Estudios anteriores sobre EPEs en Chile

- Lagos-Zuñiga et al (2024): Chile continental
- Muñoz et al (2021): zona central
- Meseguer-Ruiz et al (2020): desierto de Atacama
- Valenzuela et al (2019): zona centro-sur
- Sarricolea (2019): zona centro-sur

Todos estos estudios utilizan bloques diarios



Motivación

Rol del IVT en EPEs

- ¿Cuál tiene mayor relación con EPEs? ¿Duración, magnitud, ambos por igual?
- ¿Cómo se posicionan los top EPEs en la escala de Ríos Atmosféricos de Ralph et al (2019)?



Objetivos

- Crear un inventario de EPEs en base a suma móvil de precipitación horaria y grillada (ERA5)
- Crear un inventario de pulsos de IVT (duración e intensidad).
- Establecer relación entre EPEs y pulsos de IVT
- Analizar cambios de pulsos de IVT entre 1980-2023



Datos y Métodos

Datos

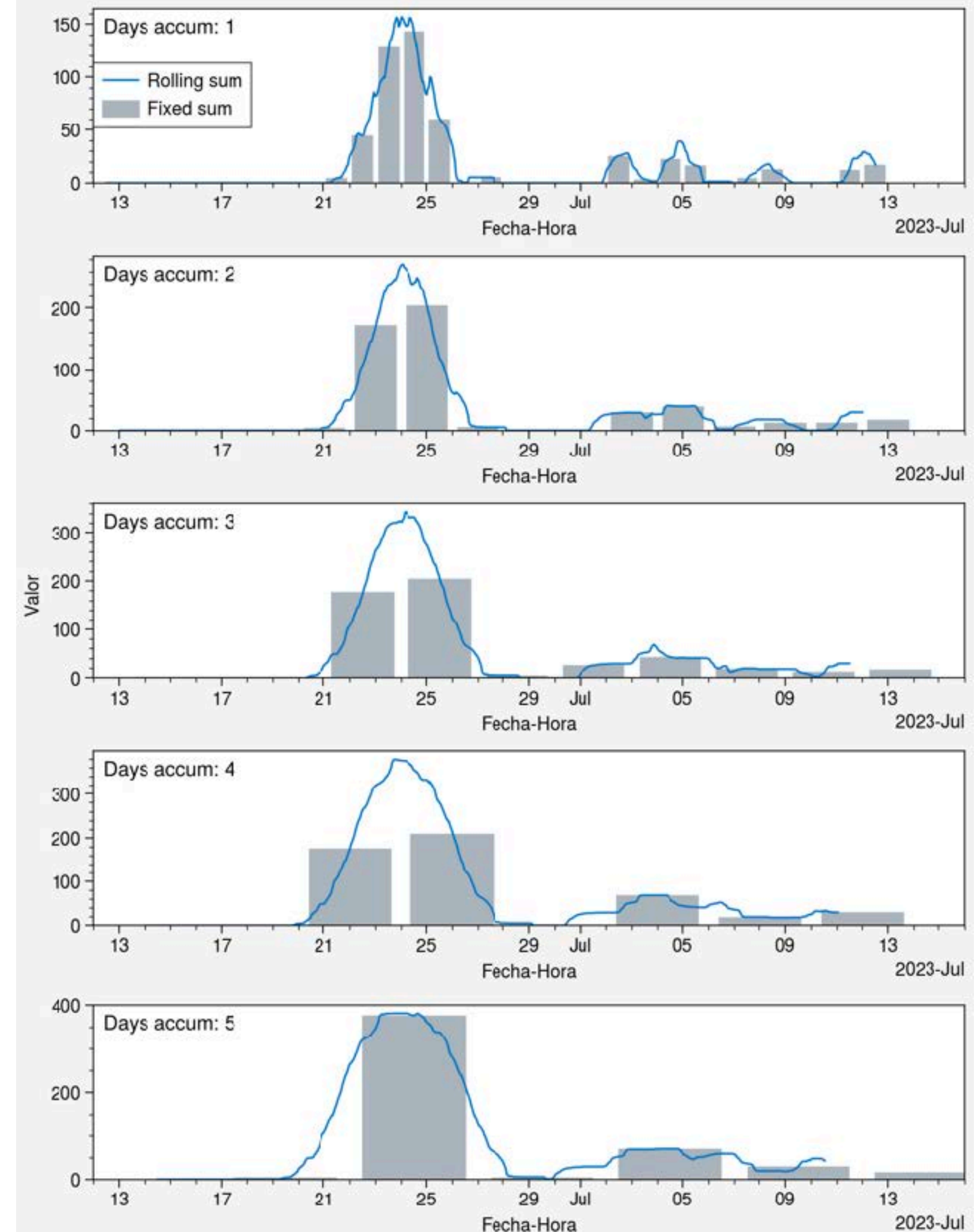
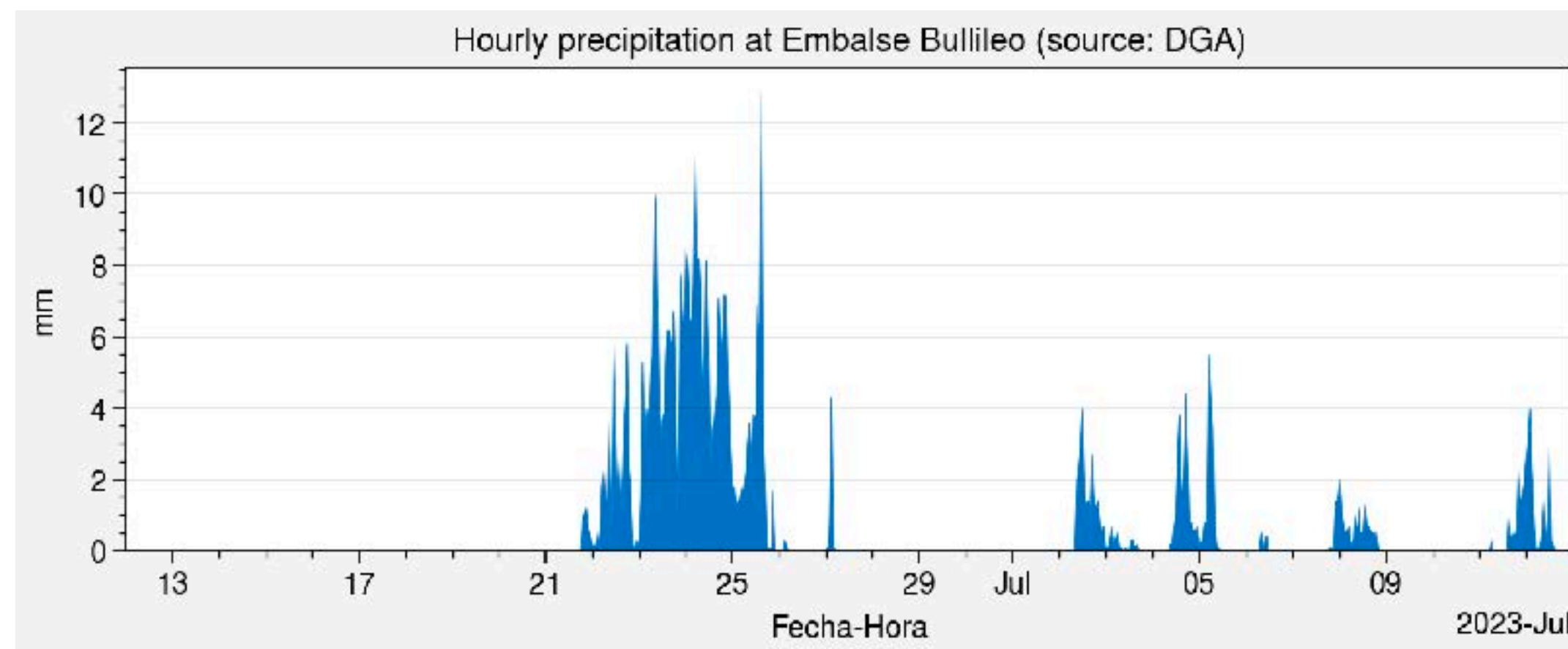
- Utilizamos ERA5 para obtener tasas de **precipitación horaria** y transporte integrado de humedad horizontal (**IVT**) para invierno extendido (**mayo a septiembre**).
- Estaciones pluviométricas con acumulaciones diarias obtenidas desde Explorador de CR2 (DGA, DMC, Agromet) utilizadas para contrastar resultados de ERA5.



Métodos

Acumulación móvil de 4 días

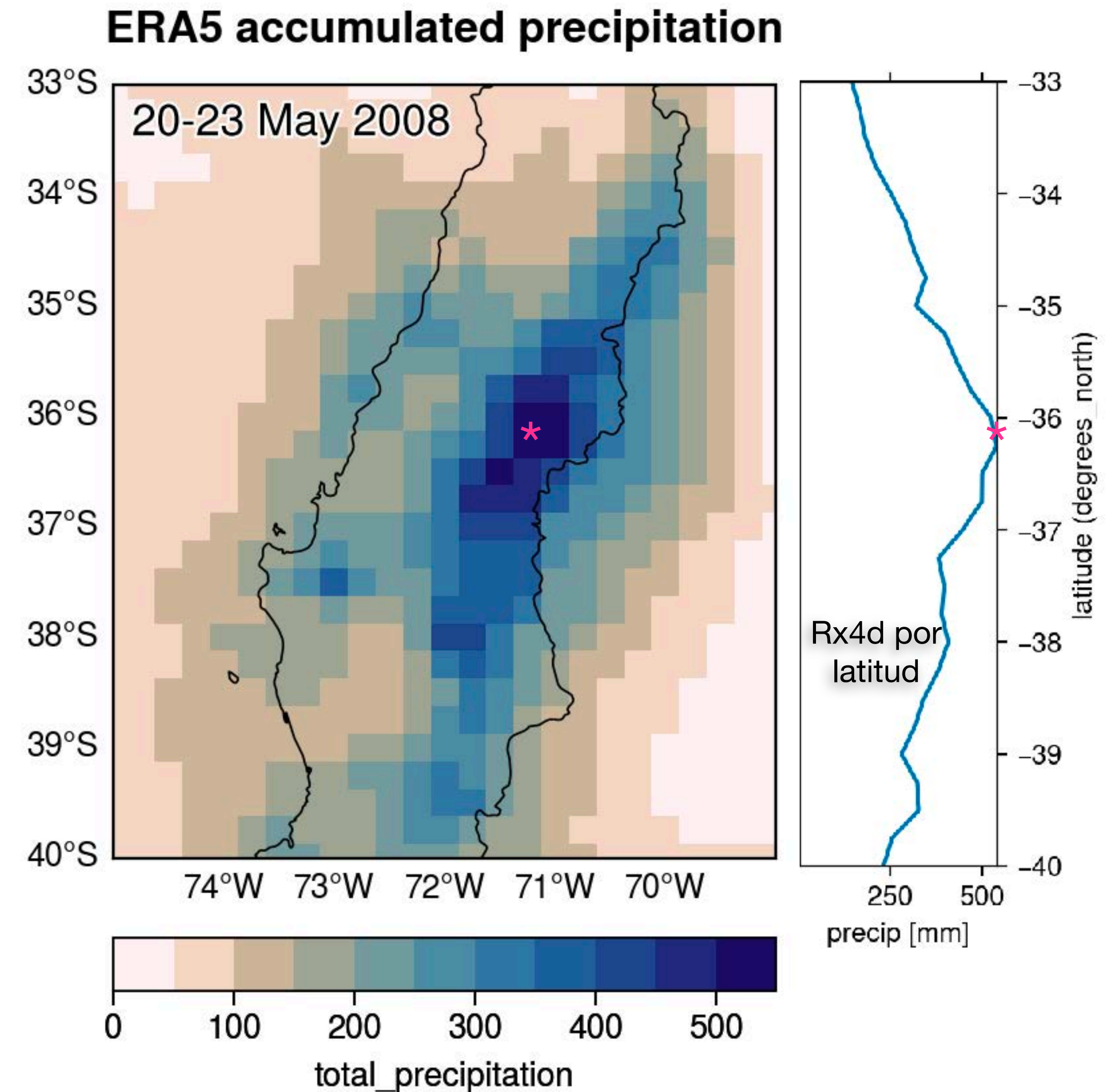
- Precipitación máxima se obtiene por suma móvil de N días y paso de 1 hora.
- Aquí usamos acumulación de 4 días (**Rx4d**)



Métodos

Transectas latitud-tiempo de acumulación móvil

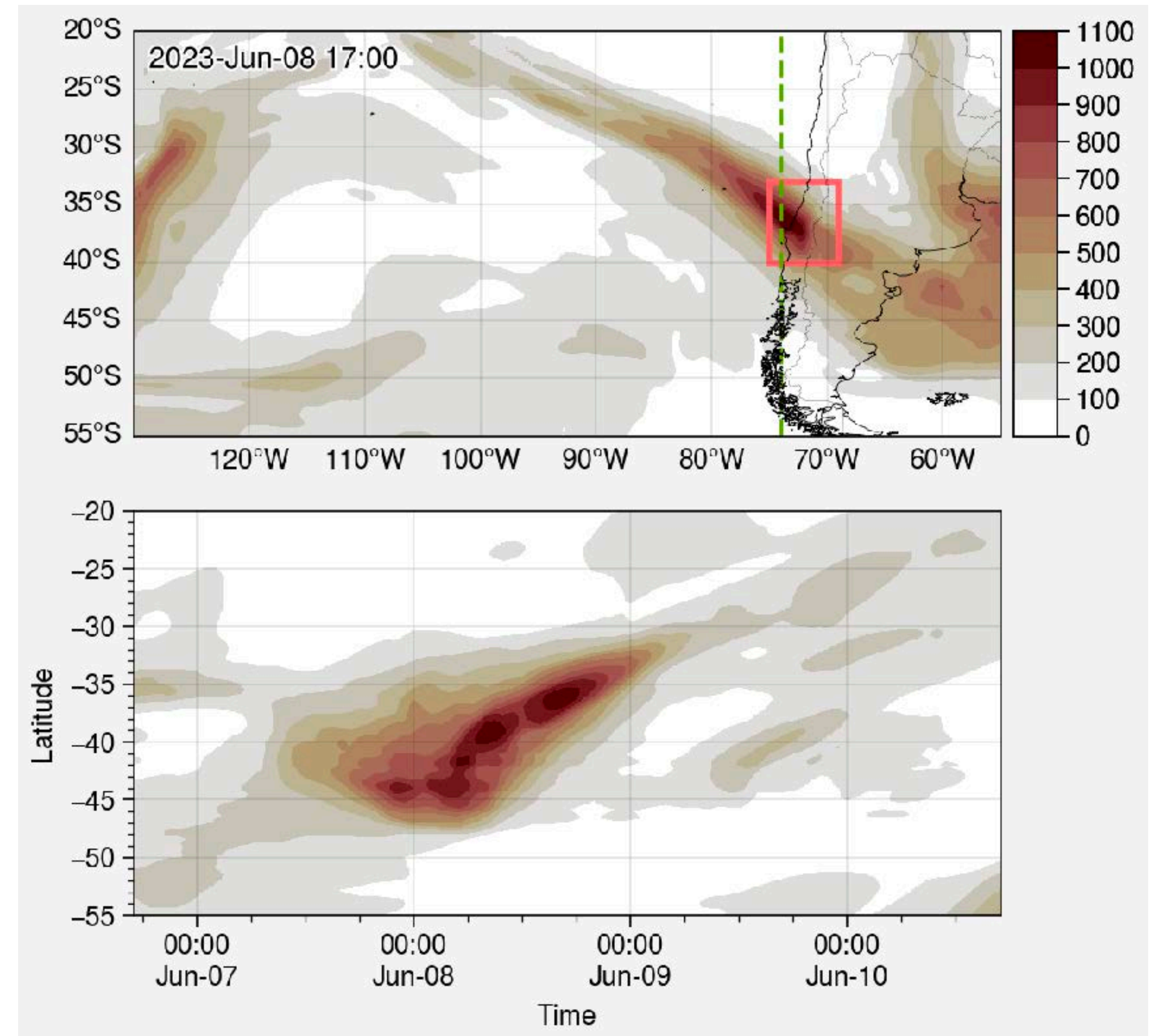
- Por cada paso de precipitación horaria de ERA5 (lat,lon,hora) se calcula la acumulación móvil de 4 días centrada.
- En el ejemplo, la acumulación del **22 de mayo a las 00:00** va desde el 20 al 23 de mayo a las 23:00 hrs.
- Se calcula el máximo para de cada latitud y para cada paso horario, obteniendo serie de tiempo continua del máximo de precipitación en 4 días (**Rx4d**).
- Tomamos el máximo **Rx4d** de cada mes entre 1980-2023.



Métodos

Transectas latitud-tiempo de IVT

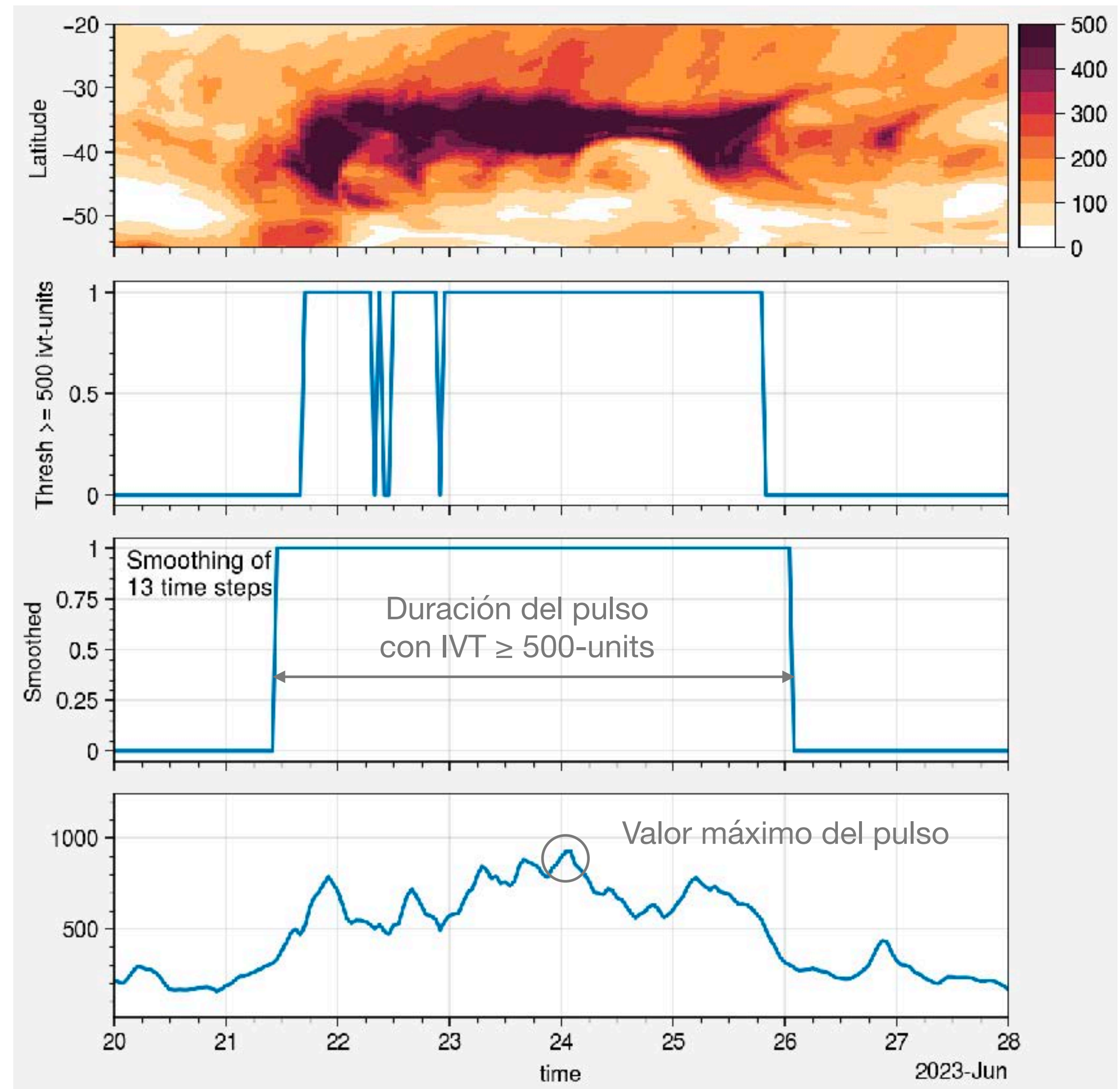
- Por cada paso horario de **IVT** de ERA5 (lat,lon,hora) se toma la transecta latitudinal centrada **74°W**.
- Se obtiene matriz latitud-tiempo de IVT para cada año entre 1980 y 2023



Resultados

Ejemplo de pulsos de IVT de 2023

- Serie de tiempo binaria para pasos de tiempo ≥ 500 ivt-units (**pulsos de IVT**)
- Filtrada con ventana móvil (max) de 13 pasos de tiempo para disminuir ruido.
- Calculamos número de pulsos de IVT, duración y máx IVT.



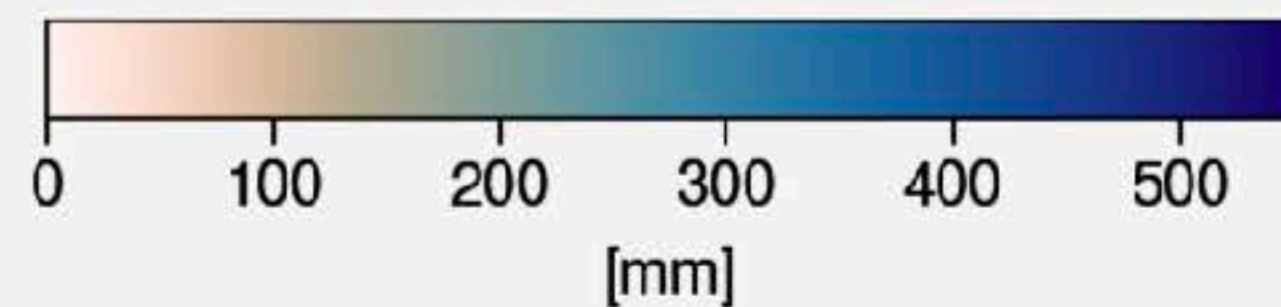
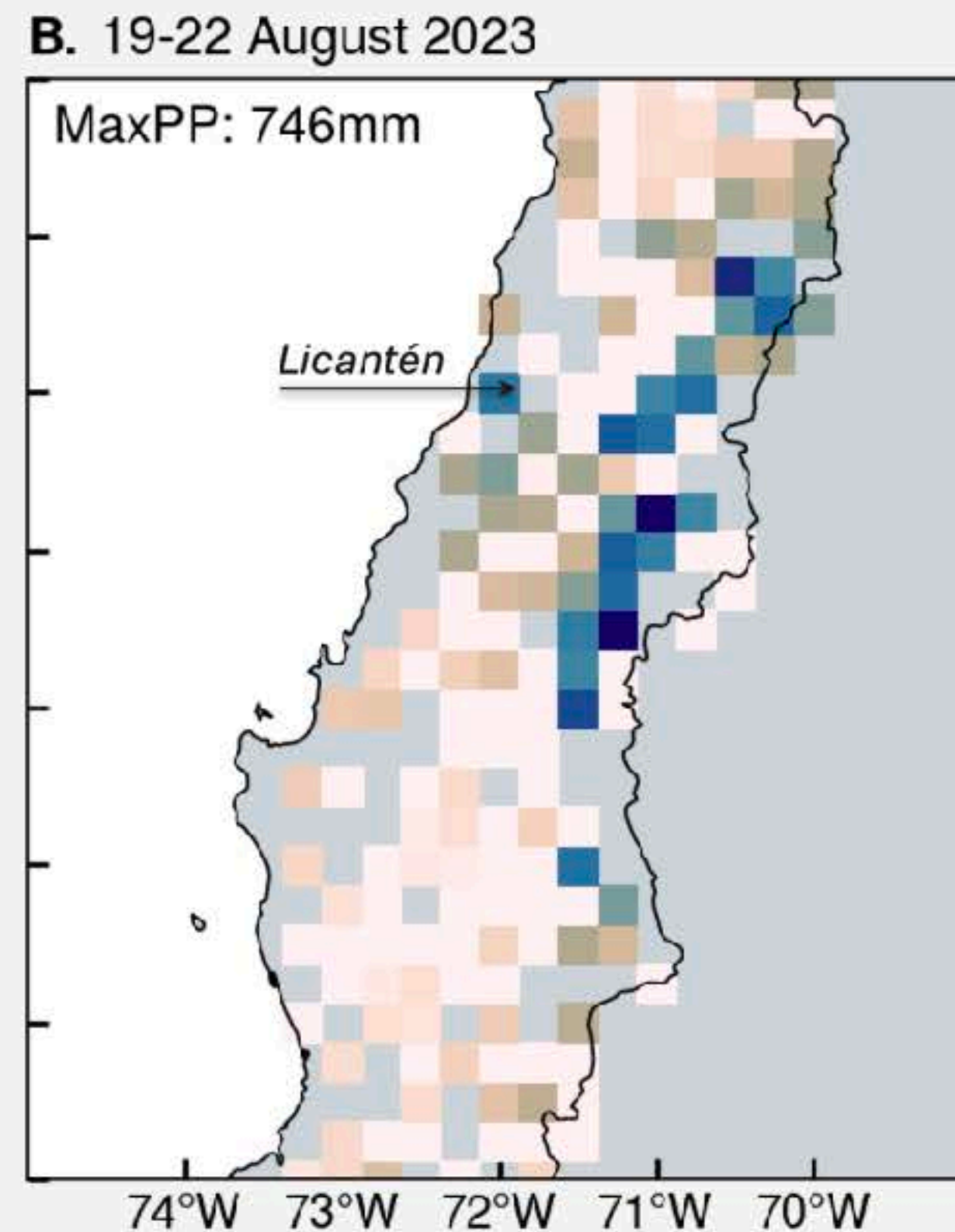
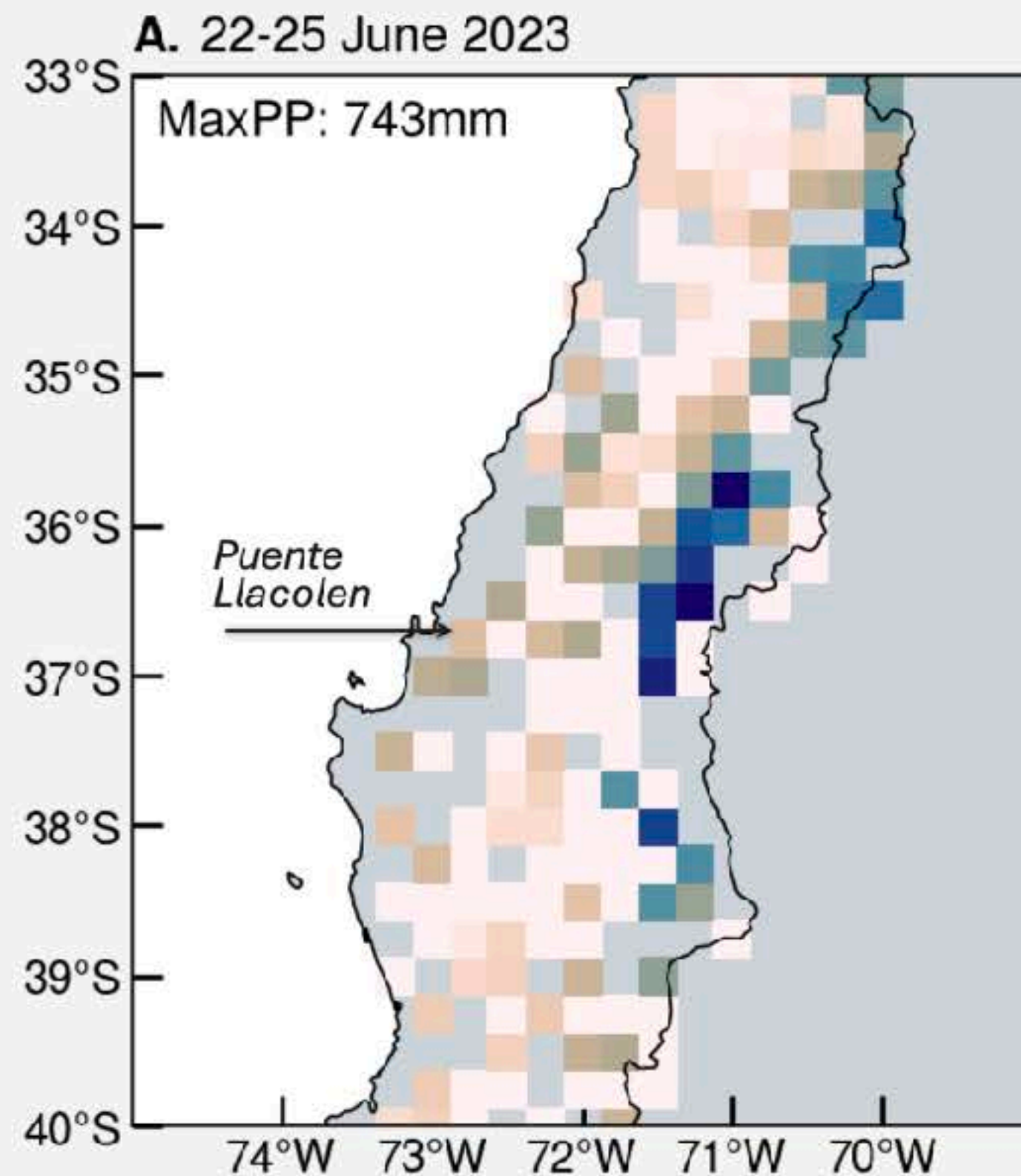


Resultados

Resultados

Max Precipitación de 4 días Observada

4-day accumulated precipitation aggregated by max value in each grid cell and pictures of flooded areas

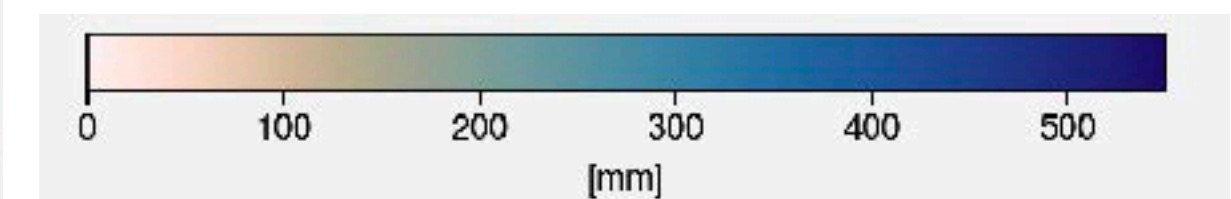
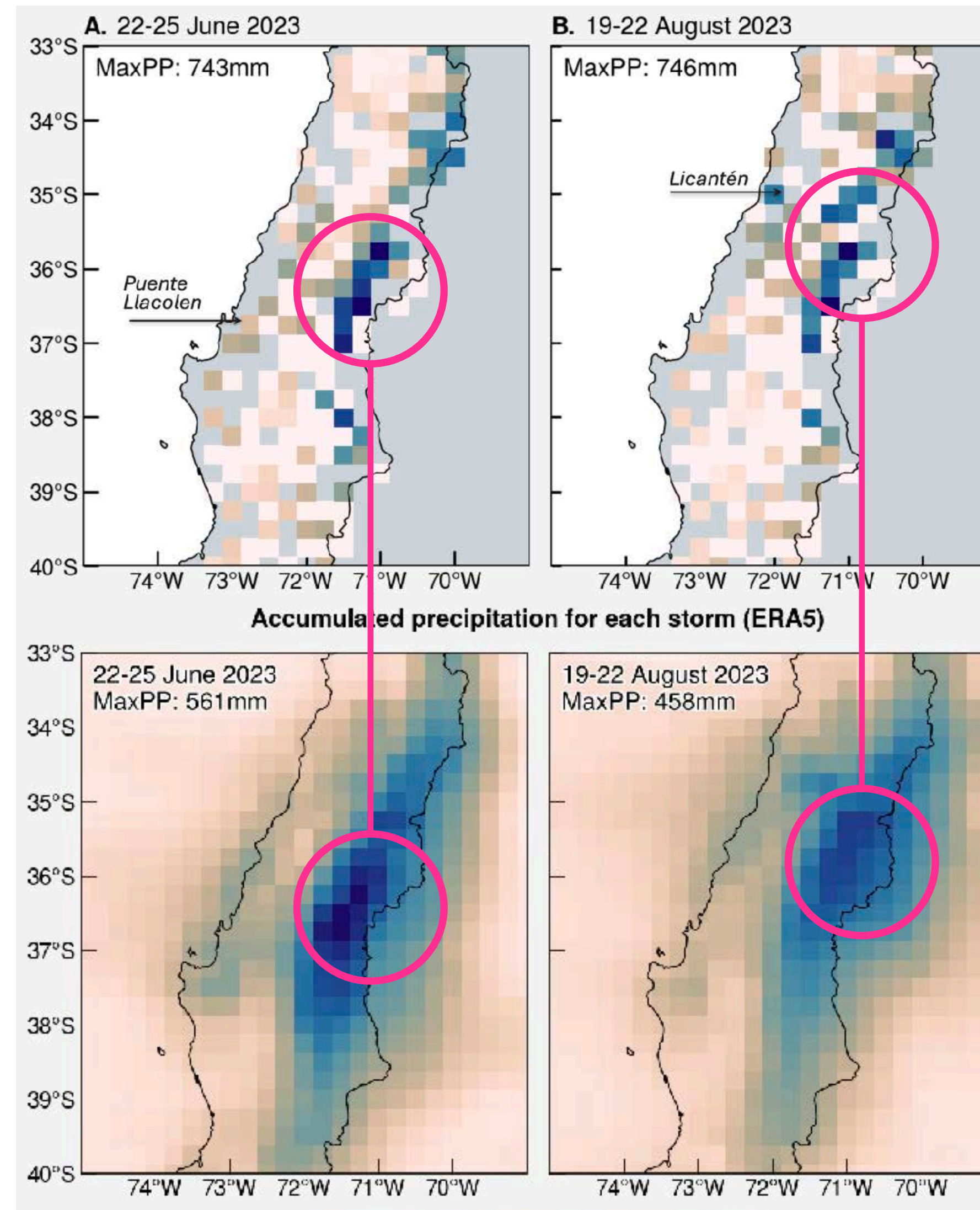


C. Flooded locations in A. and B.



Resultados

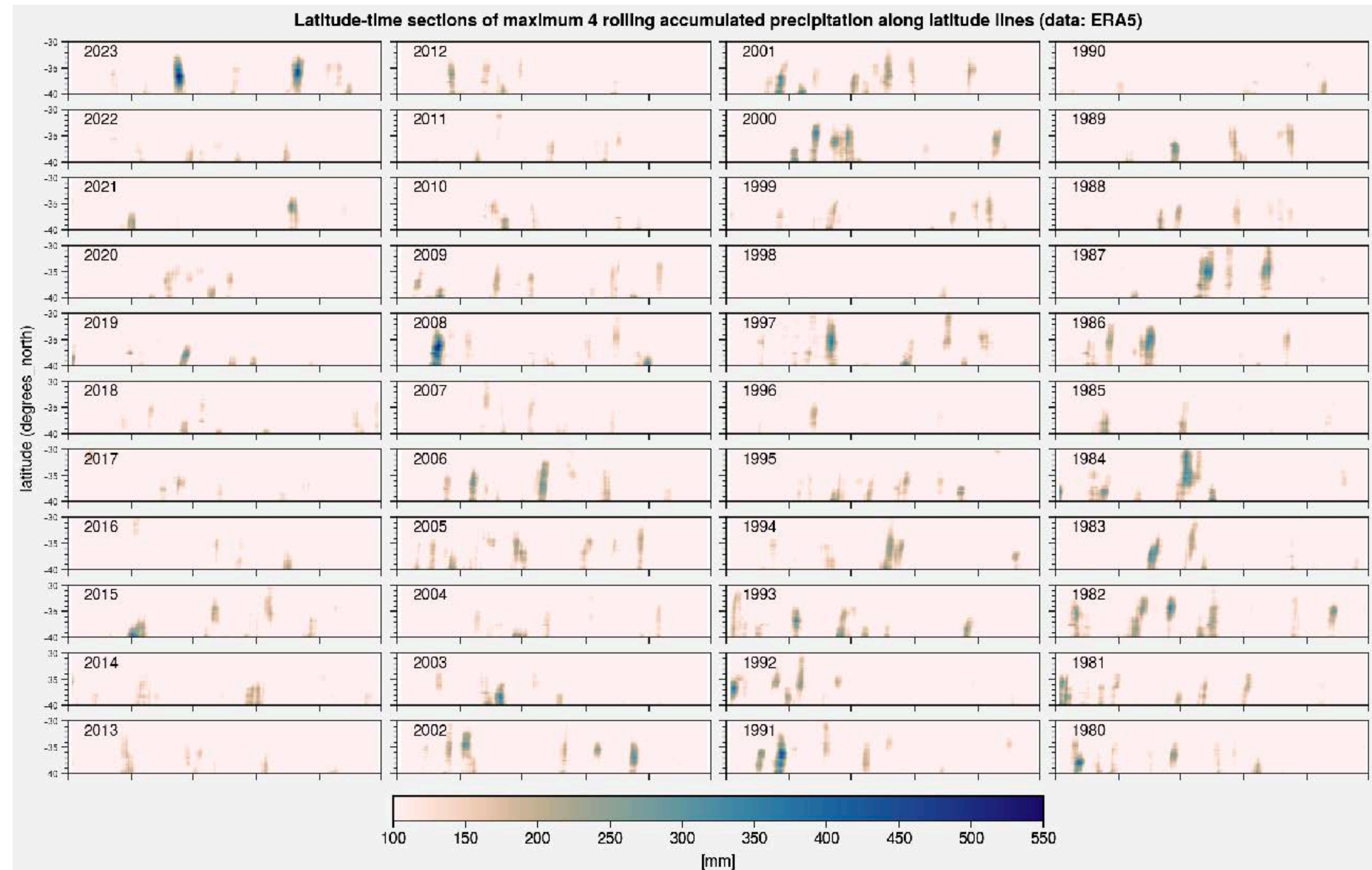
Max Precipitación de 4 días de ERA5



Resultados

Transectas latitud-tiempo de precipitación

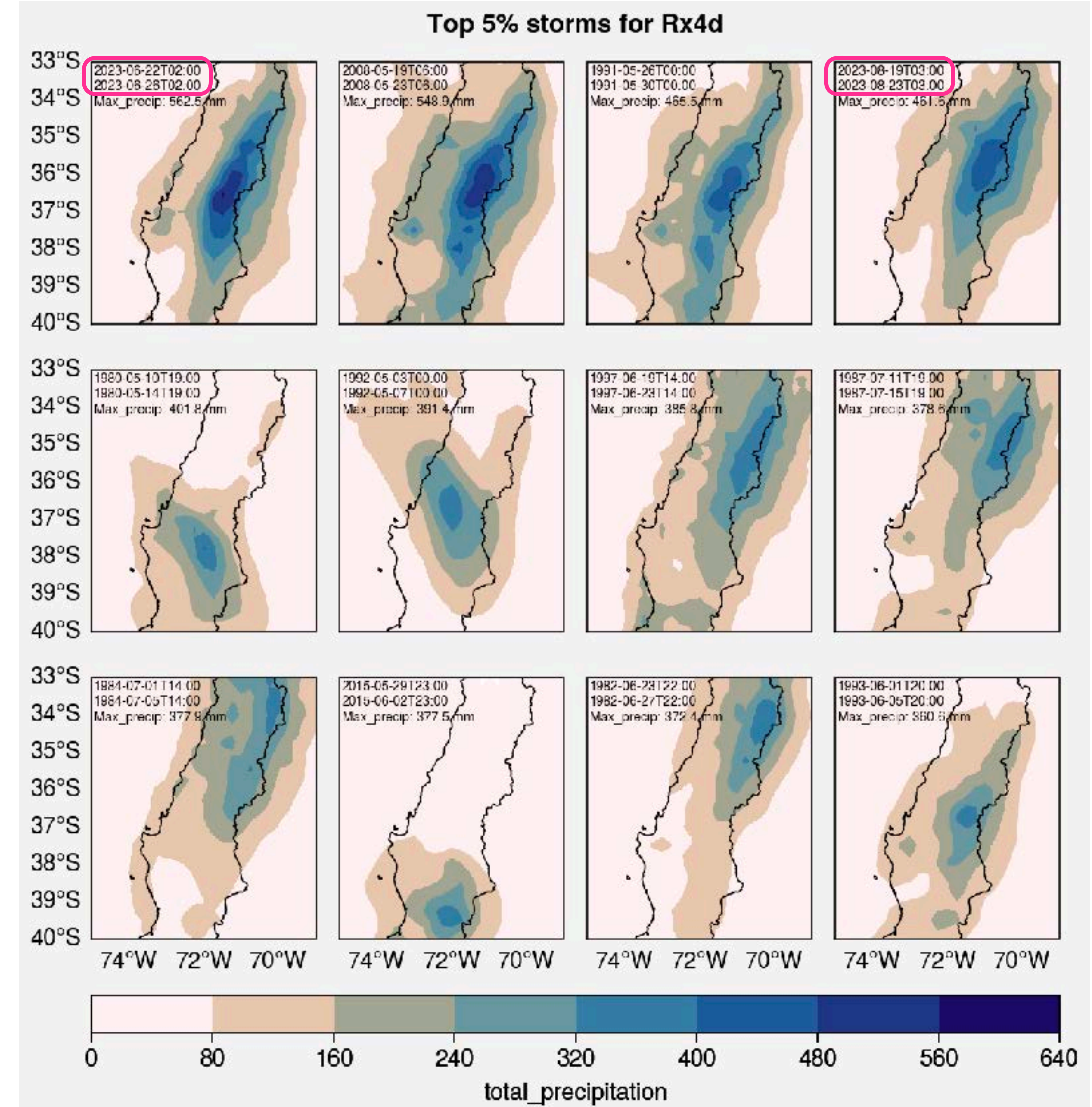
- Patrón mayormente latitudinal.
- Eventos con mayor acumulación en 2023, 2008 y 1991
- Decada del 80 y 90 con frecuentes tormentas, disminuye después.
- Hay no más de 1 evento máximo de 4 días por mes.



Resultados

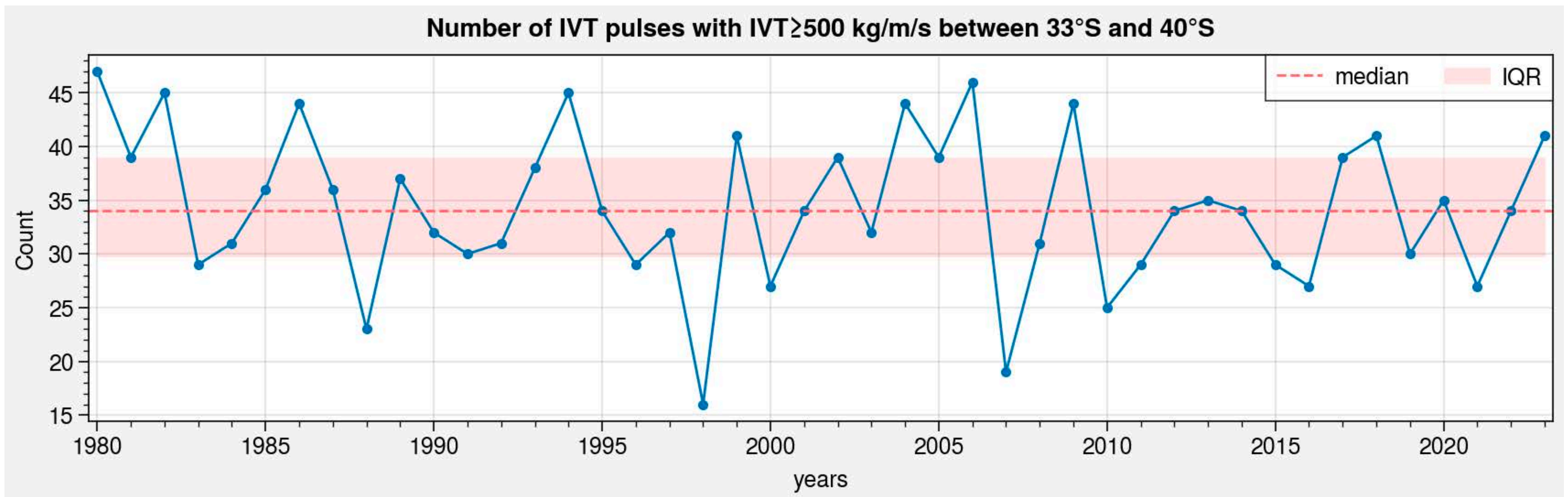
Tormentas más grandes usando top-5% de acumulados de 4 días

- Máximos mayormente en cordillera, algunos se extienden más hacia la costa.
- Se observan patrones ZAR (W) y TAR (NW)(Valenzuela & Garreaud 2019, Garreaud et al 2024).
- Los eventos del 2023 están dentro del top-5, siendo el de junio-2023 top-1.
- Centro de mayor impacto es variable en latitud, aunque recurrente en R. del Maule.



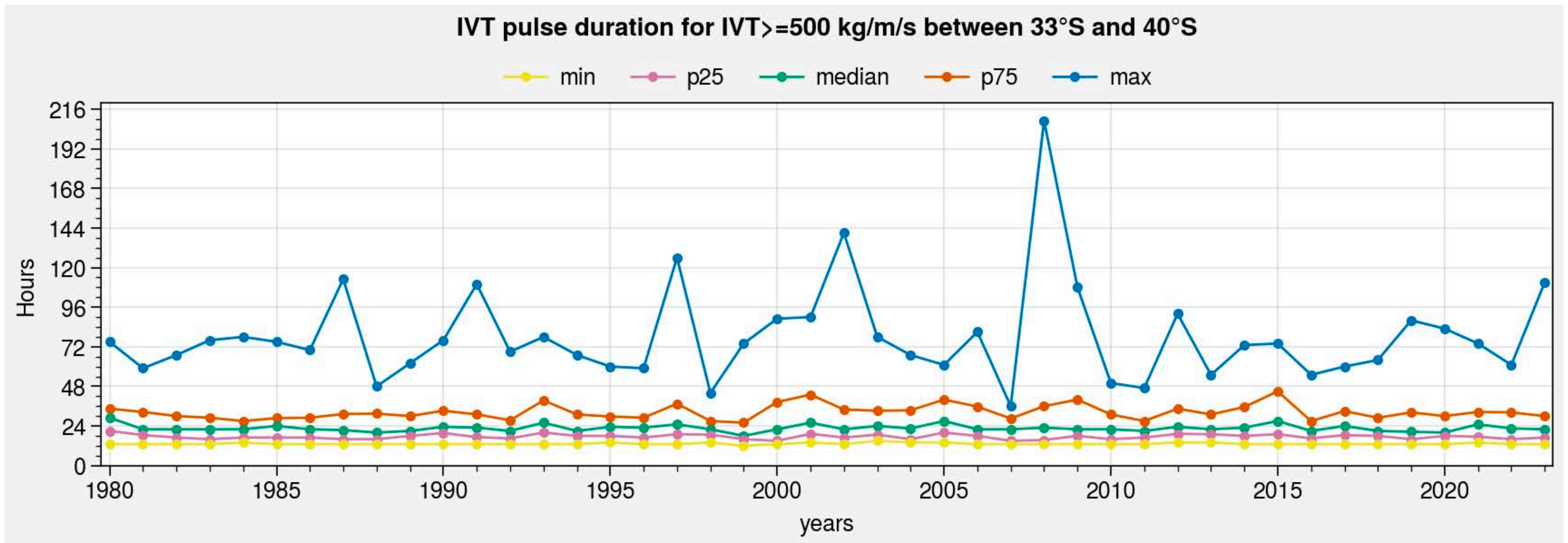
Resultados

Climatología de pulsos de IVT



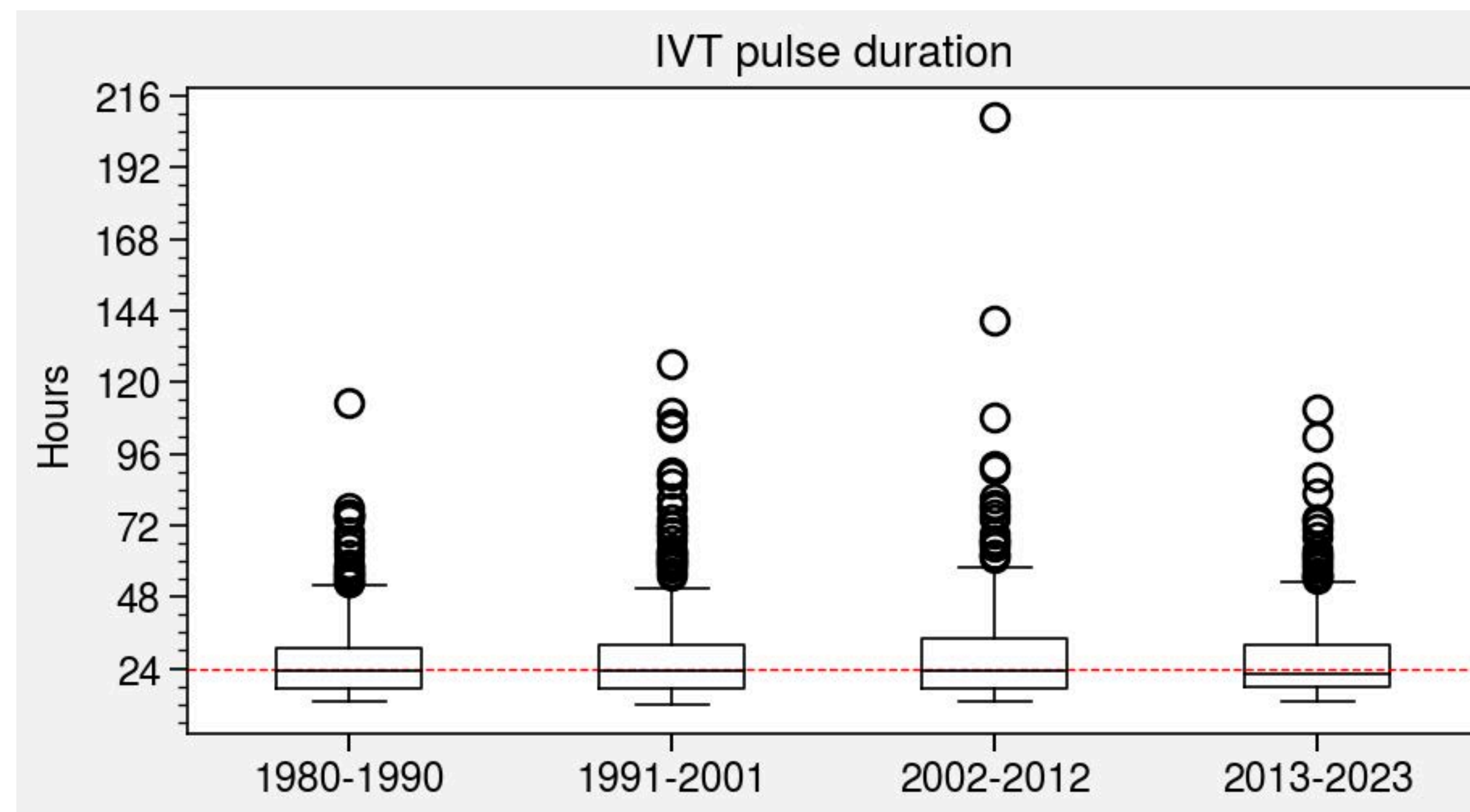
Resultados

Climatología de pulsos de IVT



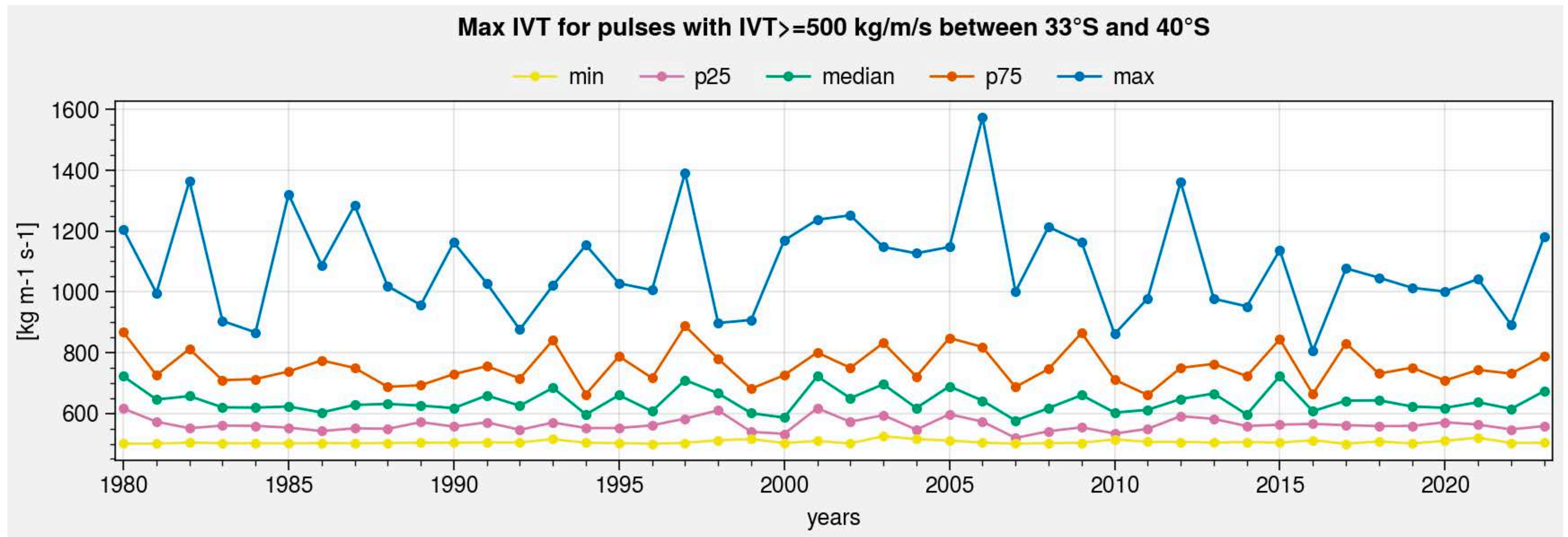
Resultados

Climatología de pulsos de IVT



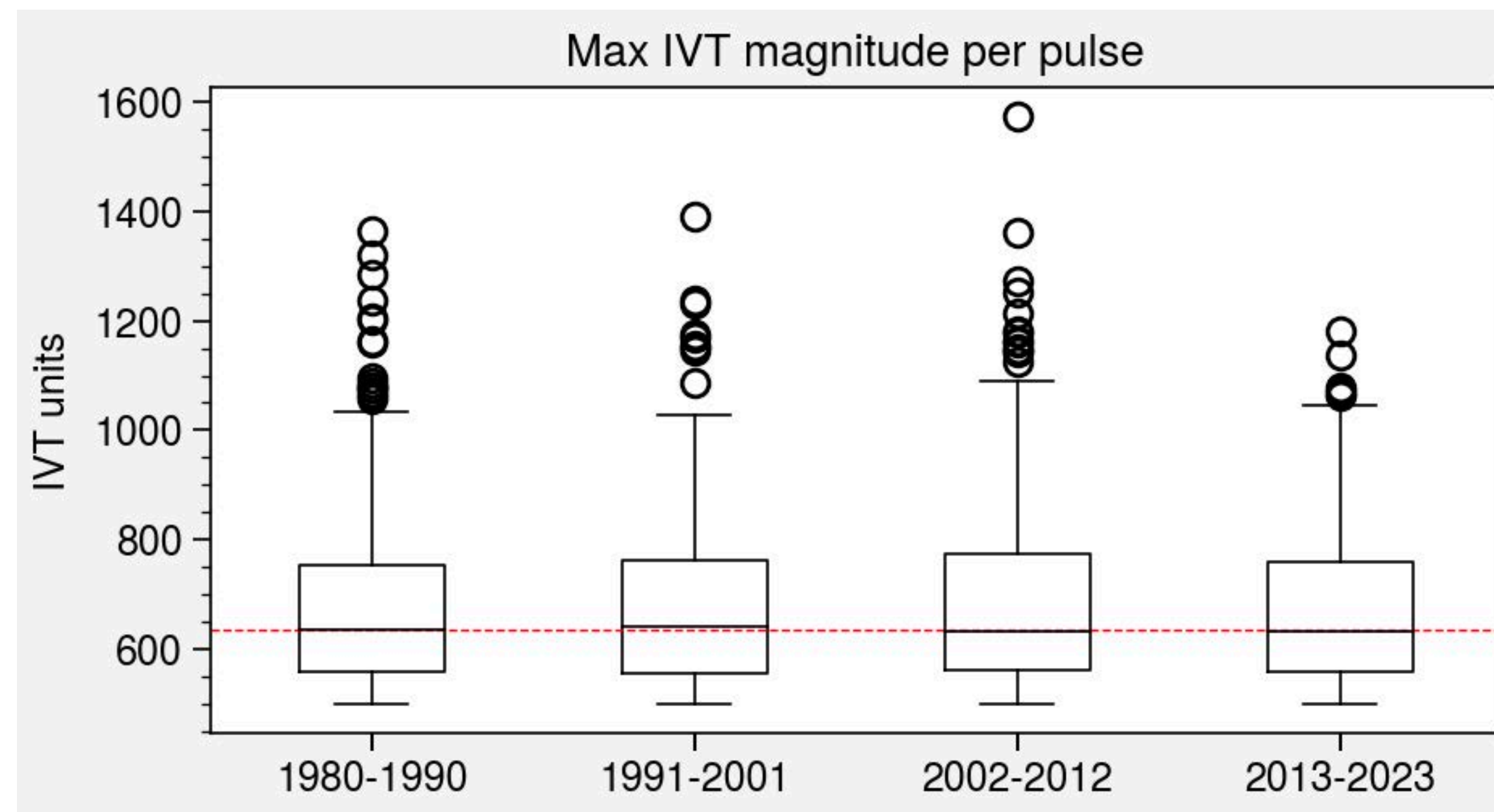
Resultados

Climatología de pulsos de IVT



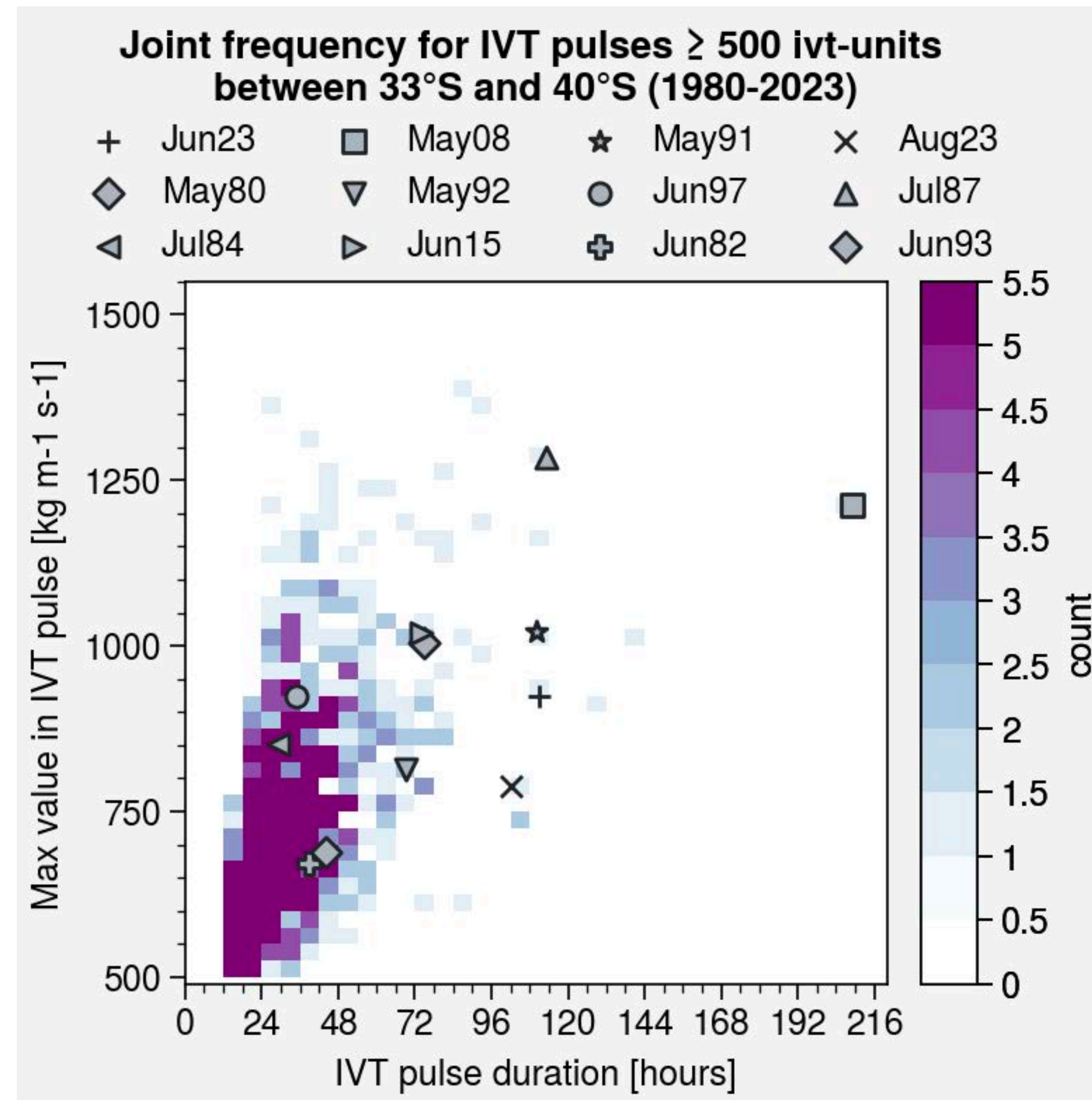
Resultados

Sección tiempo-latitud de IVT



Resultados

Sección tiempo-latitud de IVT

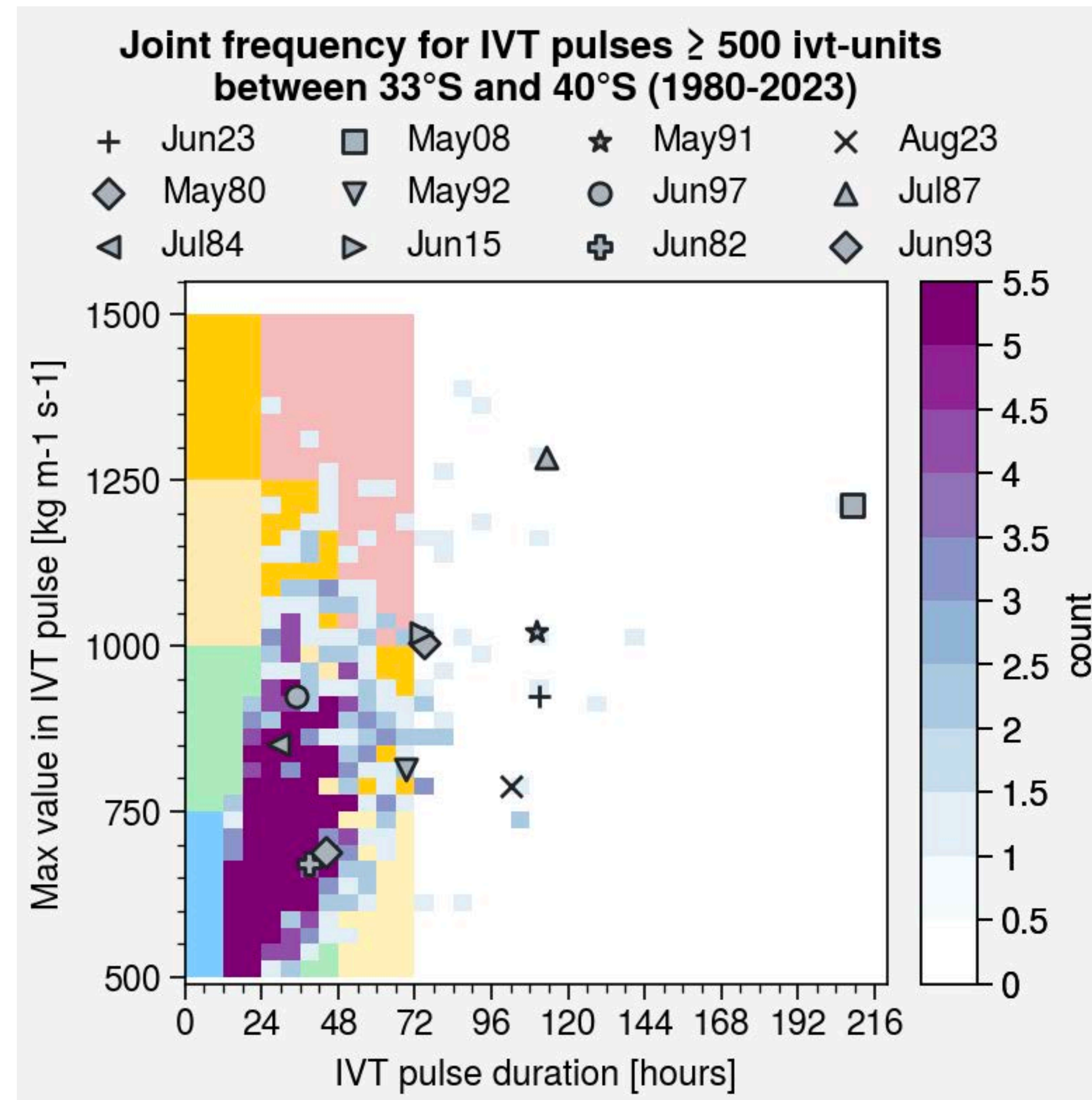


Resultados

Sección tiempo-latitud de IVT

- Cat 5 – Primarily hazardous
- Cat 4 – Mostly hazardous, also beneficial
- Cat 3 – Balance of beneficial and hazardous
- Cat 2 – Mostly beneficial, also hazardous
- Cat 1 – Primarily beneficial

Ralph et al (2019)



Conclusiones

- El evento de junio-2023 (563 mm) no tiene precedente en la climatología **Rx4d** entre 1980-2023 (44 años).
- El evento de agosto-2023 (462 mm) es solo superado por junio-2023, mayo-2008 (549 mm) y mayo-1991 (466 mm) en climatología **Rx4d**.
- Hay en promedio 35 pulsos anuales de IVT sobre 500 [$\text{kg m}^{-1} \text{s}^{-1}$] entre 33° y 40°.
- En promedio un pulso de IVT (mayoría asociado a Río Atmosférico) dura 24 hrs y tiene una magnitud de 640 IVT-units.
- Los casos más extremos del top 5% de Rx4d se caracterizan por presentar una duración anómala más que una intensidad anómala.

Muchas gracias

raul.valenzuela@uoh.cl

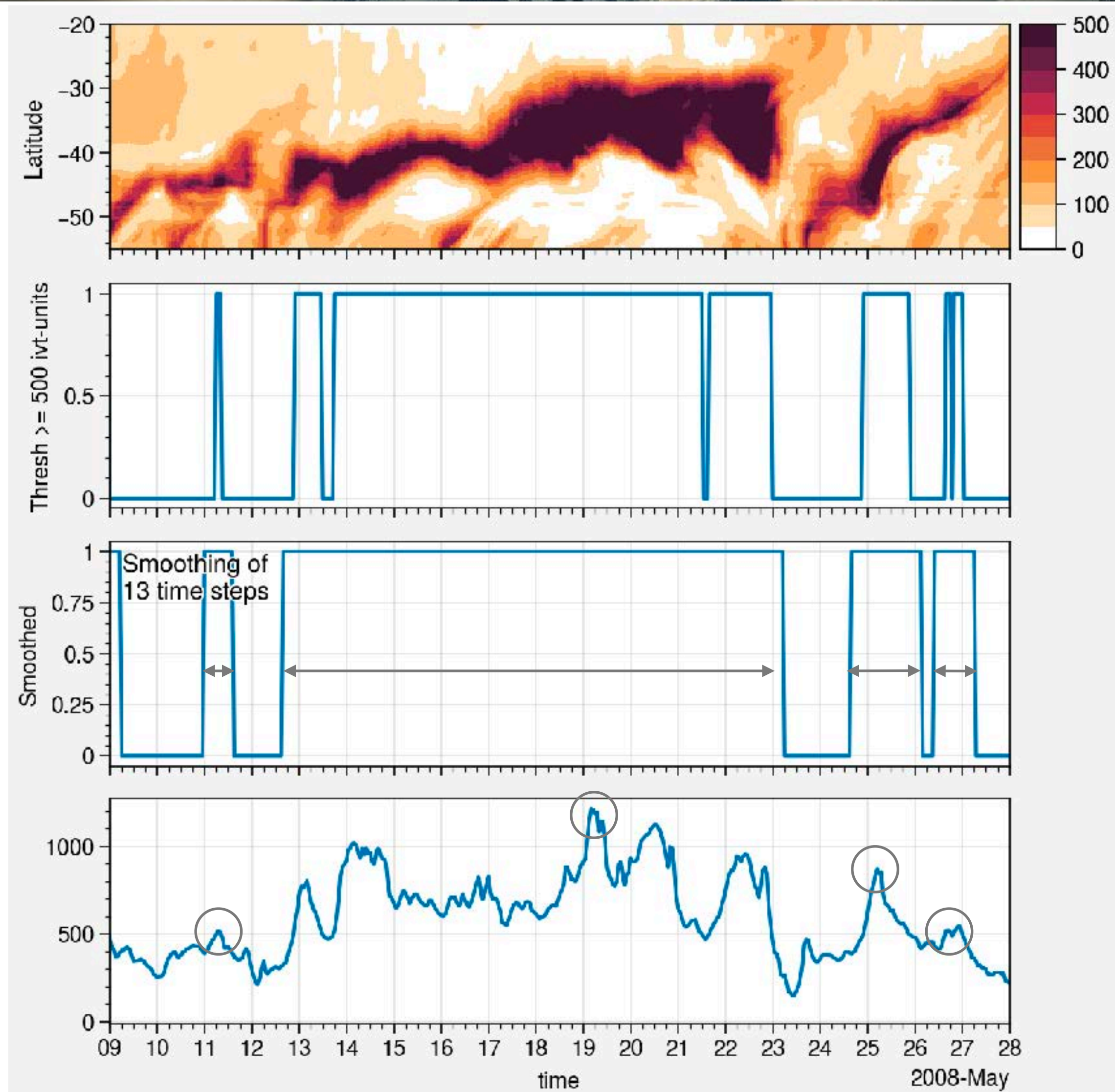
7° Congreso de Oceanografía Física, Meteorología, y Clima del Pacífico Sur Oriental
4 Noviembre 2024 ♦ Iquique

Otras slides

7° Congreso de Oceanografía Física, Meteorología, y Clima del Pacífico Sur Oriental
4 Noviembre 2024 ♦ Iquique

Resultados

Ejemplo de pulsos de IVT de 2008



Resultados

Ejemplo de pulsos de IVT de 2023

