Variabilidad climática relevante para la gestión de incendios

Marcelo Barreiro

Departamento de Ciencias de la Atmósfera y Física de los Océanos

Facultad de Ciencias - UdelaR

Taller Nacional SIGRIFSA-INUMET Uruguay

13/7/2026

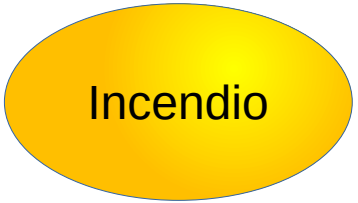
FACULTAD DE CIENCIAS
UDELAR | fcien.edu.uy

SIGRIFSA:

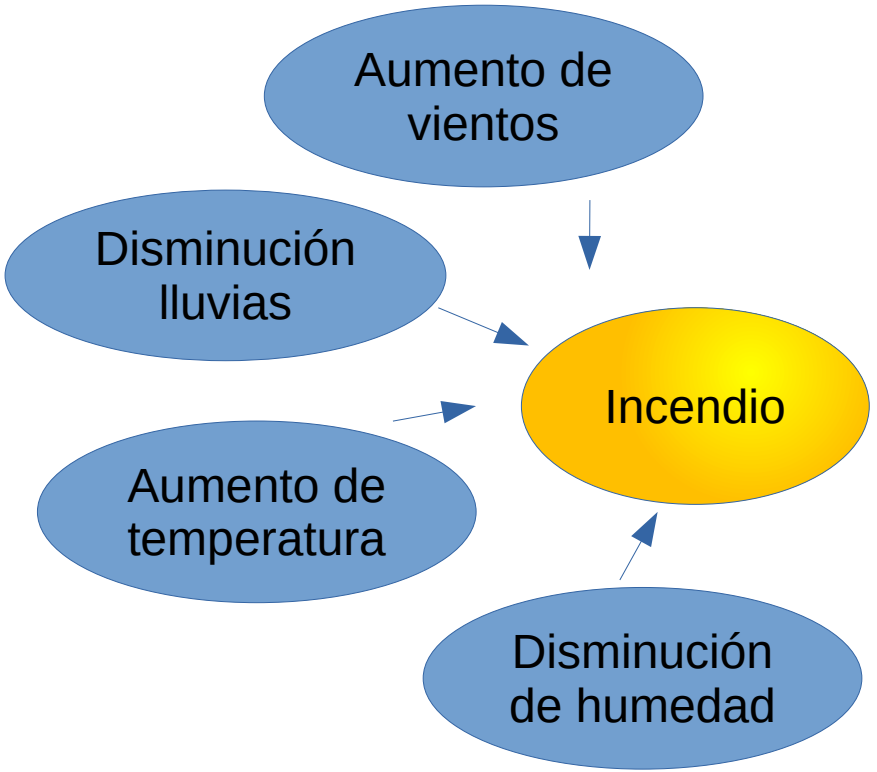
- Proporciona una mirada regional de la información meteorológica-climática para la gestión de incendios forestales en el sur de Sudamérica de valor para cada uno de los países participantes.

- Refuerza el conocimiento meteorológico-climático con días, semanas meses y años de antelación orientado según las principales condiciones de vulnerabilidad y exposición de la región.

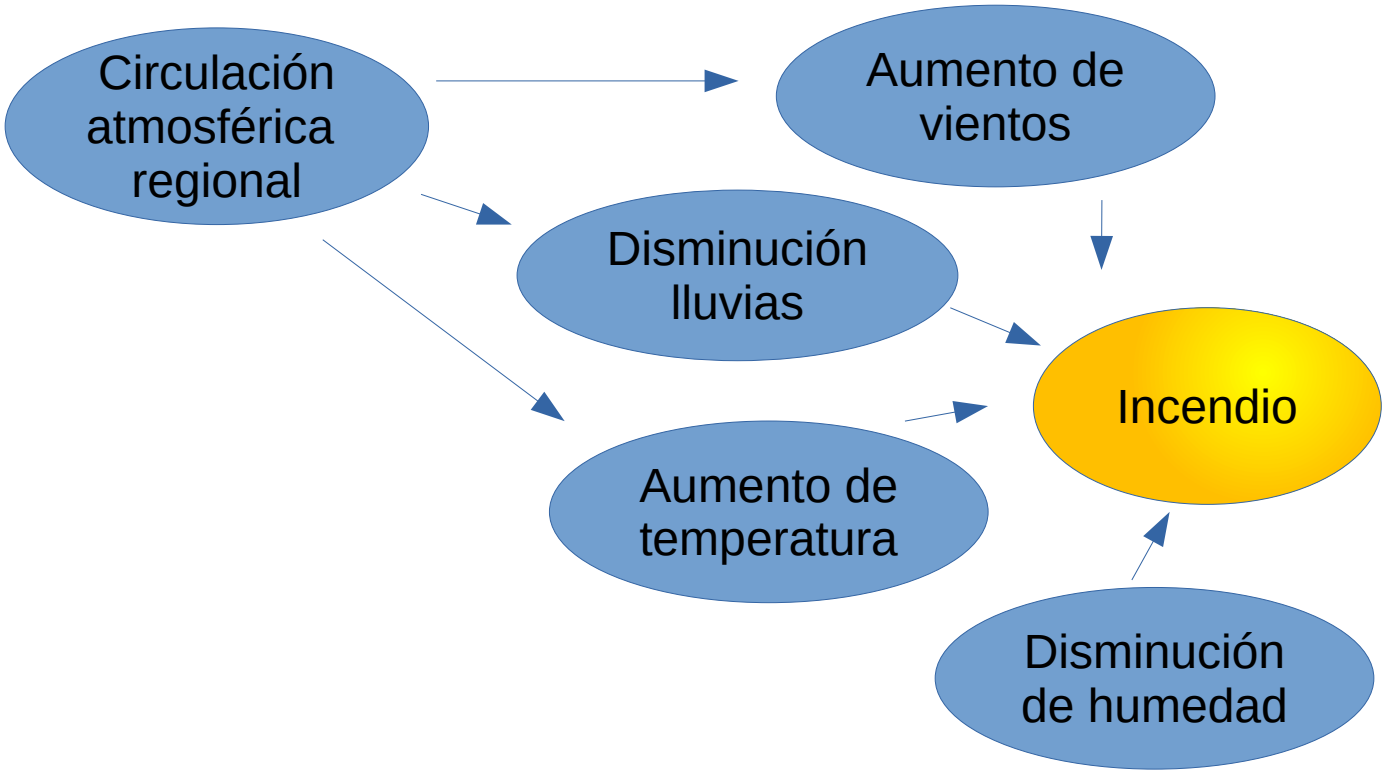
Variabilidad natural



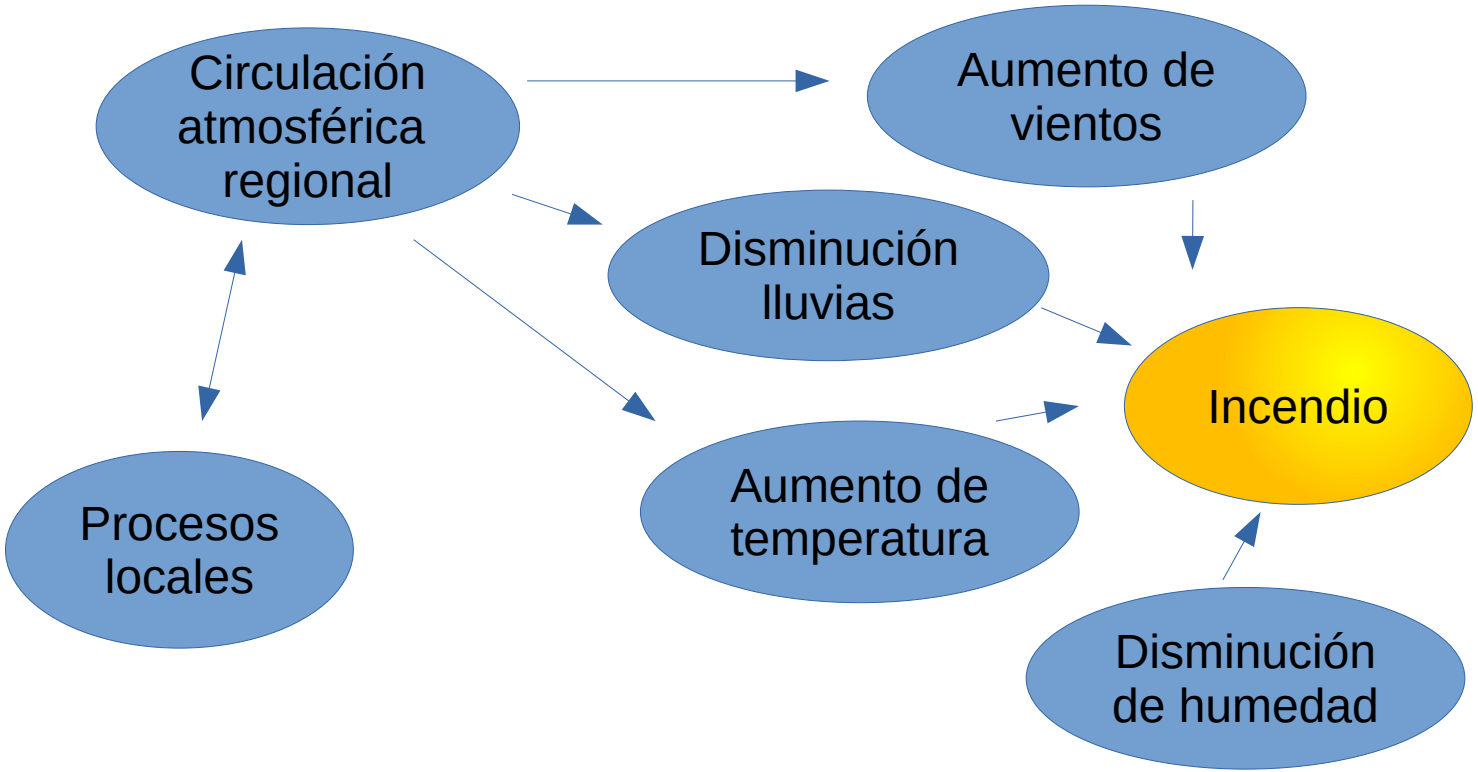
Variabilidad natural



Variabilidad natural

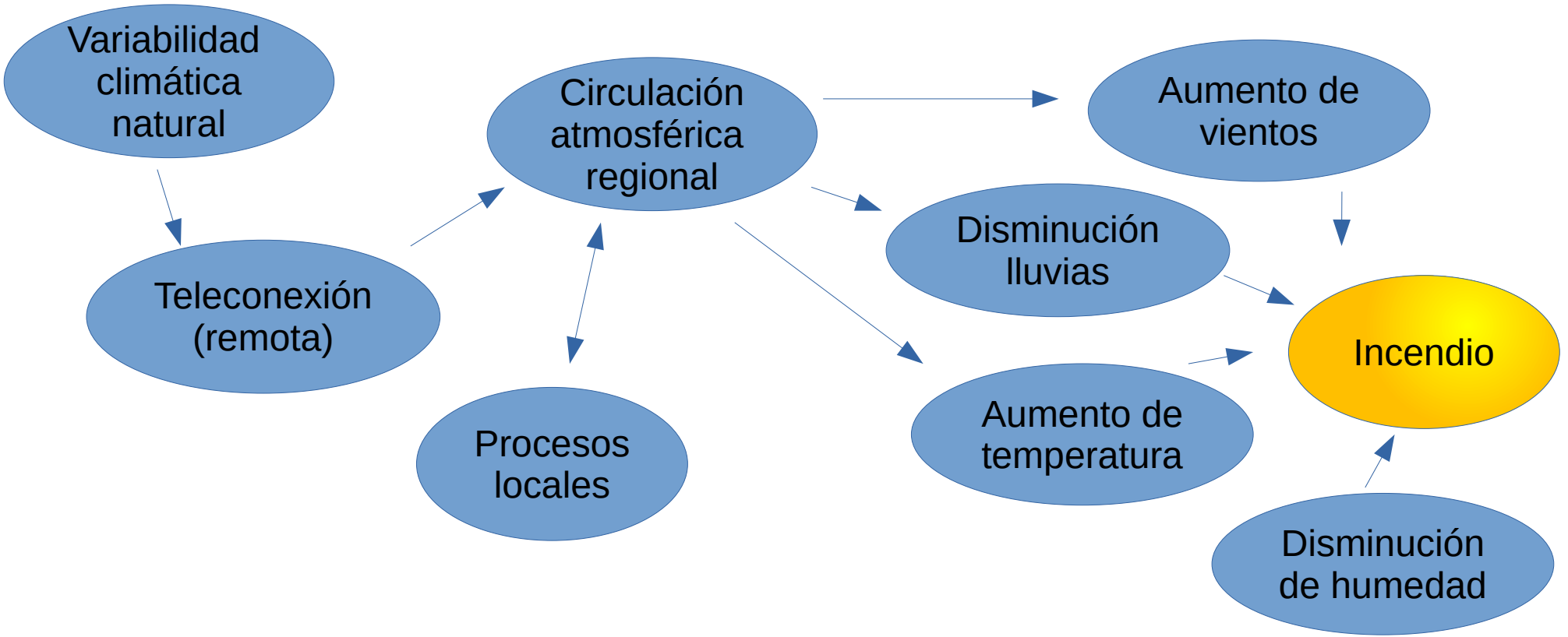


Variabilidad natural



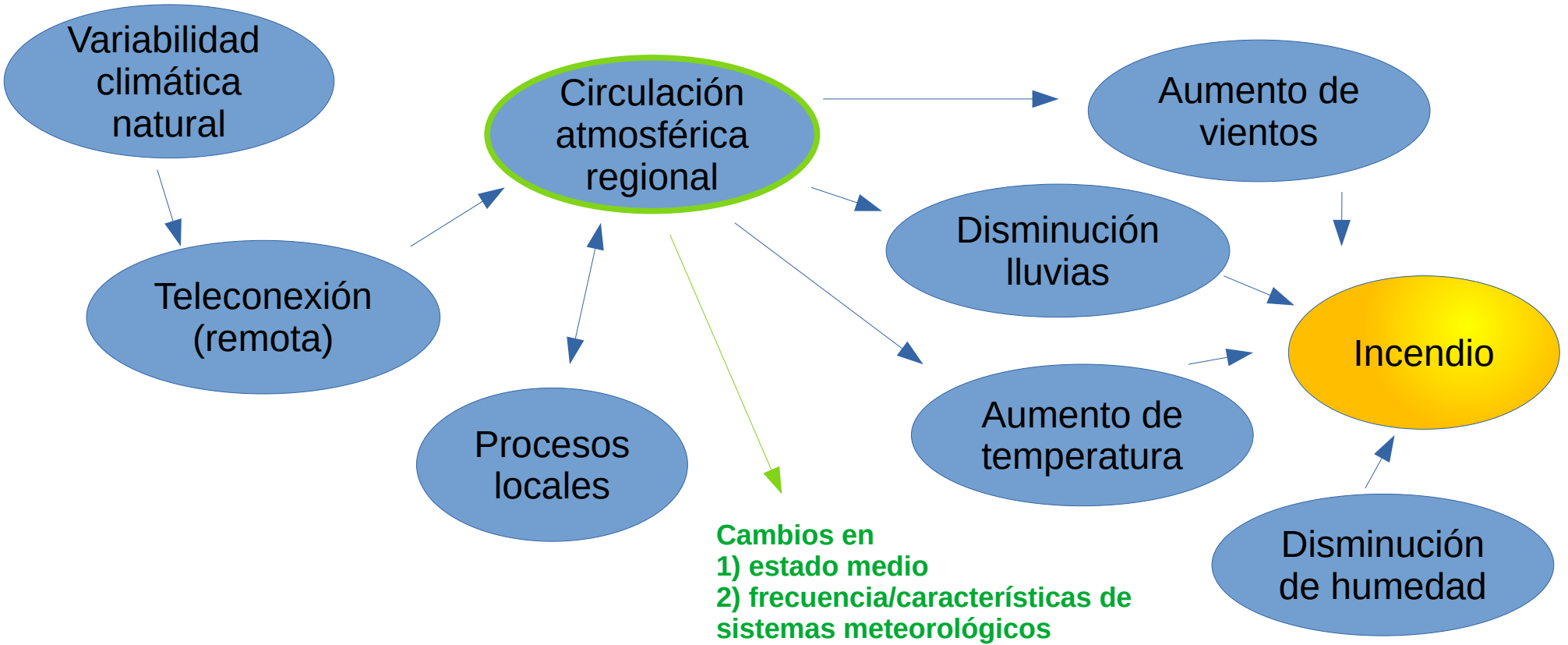
Variabilidad natural

Modos de variabilidad: La Niña + SAM + OMJ + DOI + ...



Variabilidad natural

Modos de variabilidad: La Niña + SAM + OMJ + DOI + ...



Modos de Variabilidad climáticos

Modos: estructuras espaciales recurrentes con estacionalidad y escalas temporales definidas, y pueden tener un origen atmosférico u oceánico, o resultar de la interacción entre estos dos medios.

• Desde este punto de vista, la variabilidad climática puede entenderse como la superposición de varios modos que provocan impactos en la temperatura, las precipitaciones y vientos sobre una determinada región.

• De esta forma, tanto los procesos locales como los fenómenos remotos de gran escala controlan el clima regional.

Escala sinóptica

- Frentes
- Sistemas de alta y baja presión
- Sistemas convectivos

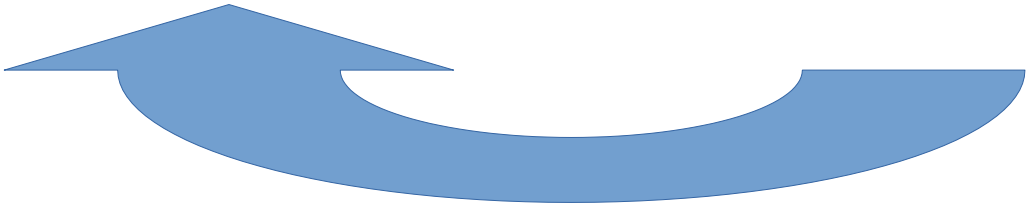
Variabilidad intra-estacional

- Oscilación de Madden-Julian

Variabilidad inter-anual

- El Niño / La Niña
- Dipolo del Oceáno Indico
- Modo Anular del Sur

Modos de variabilidad climática



Controlan (en parte)

Escala sinóptica

- Frentes
- Sistemas de alta y baja presión
- Sistemas convectivos

[Pronósticos diarios semana 1]

Variabilidad intra-estacional

- Oscilación de Madden-Julian

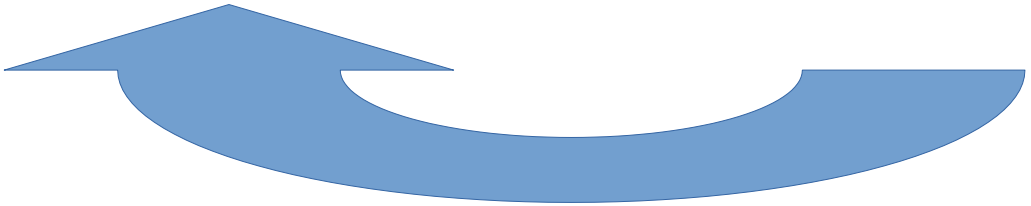
[Pronóstico promedio de semanas 2,3,4]

Variabilidad inter-anual

- El Niño / La Niña
- Dipolo del Oceáno Indico
- Modo Anular del Sur

[Pronóstico trimestral]

Modos de variabilidad climática



Controlan (en parte)

Escala sinóptica

- Frentes
- Sistemas de alta y baja presión
- Sistemas convectivos

[Pronósticos diarios semana 1]

Variabilidad intra-estacional

- Oscilación de Madden-Julian

[Pronóstico promedio de semanas 2,3,4]

Variabilidad inter-anual

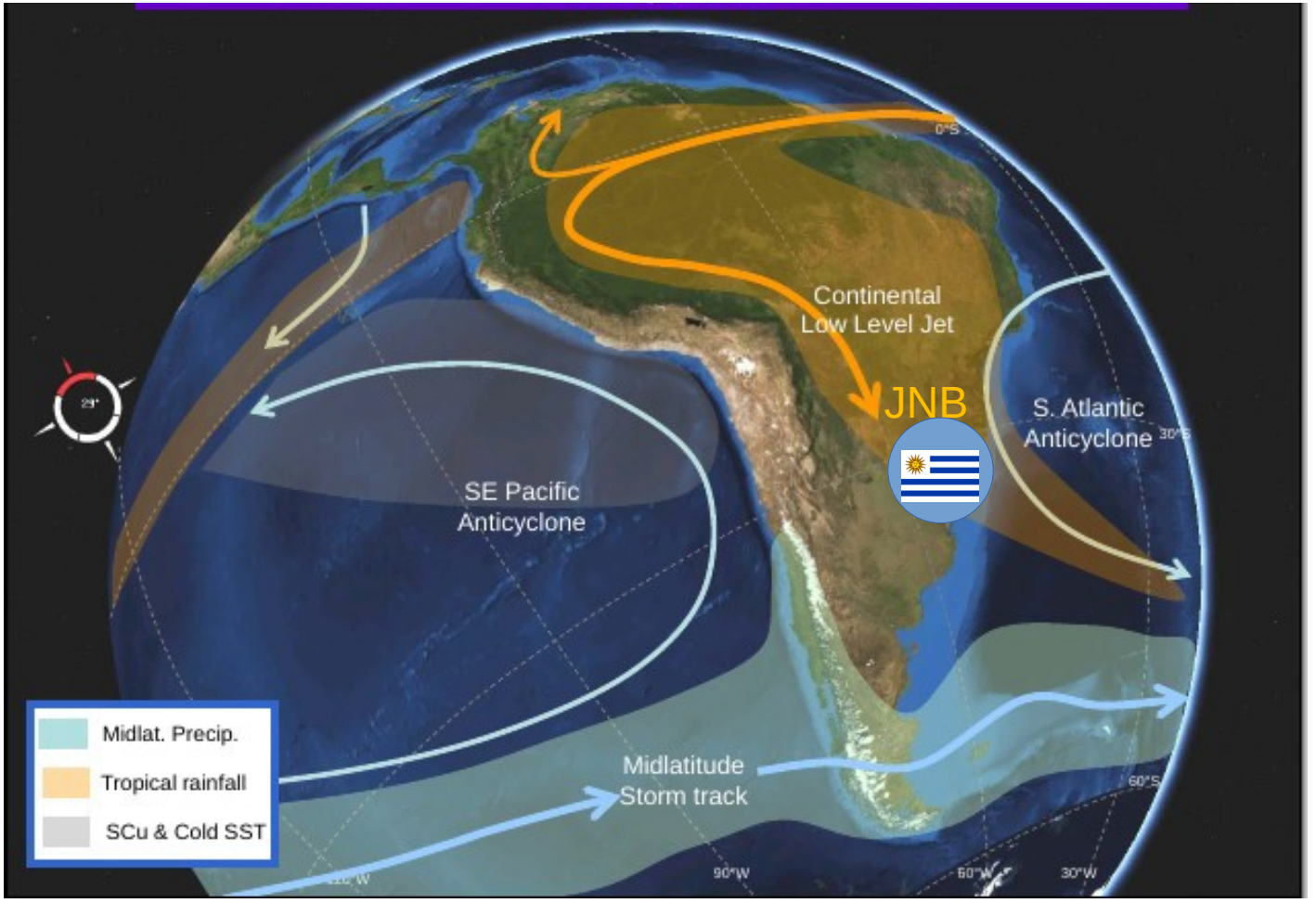
- El Niño / La Niña
- Dipolo del Oceáno Indico
- Modo Anular del Sur

[Pronóstico trimestral]

Esquema de ciculación atmosférica

El clima de nuestro país depende de:

- la humedad que llega desde el norte por el Jet de Niveles Bajos (JBN) y del Atlantico
- La corriente en chorro de los oestes de latitudes medias

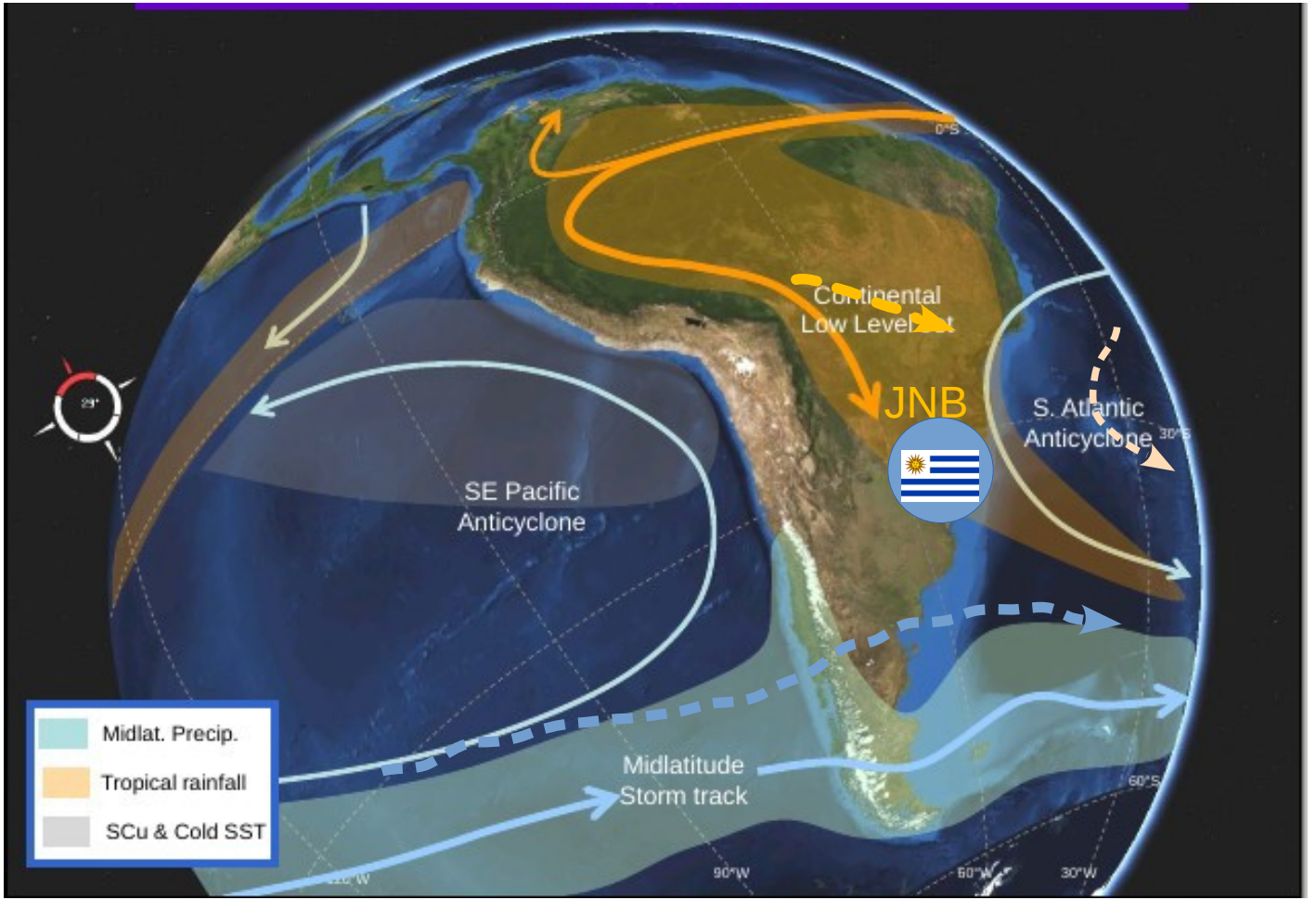


Esquema de ciculación atmosférica

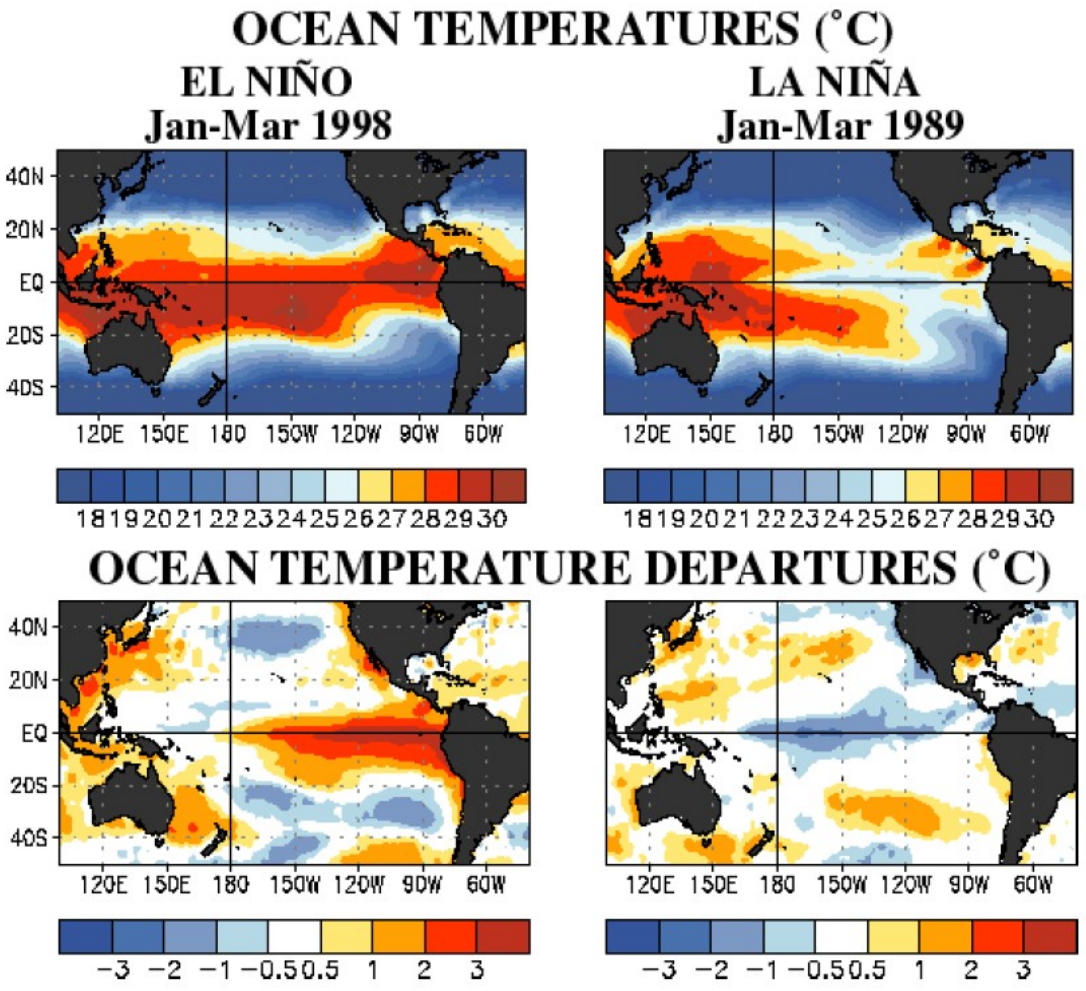
El clima de nuestro país depende de:

- la humedad que llega desde el norte por el Jet de Niveles Bajos (JBN) y del Atlántico
- La corriente en chorro de los oestes de latitudes medias

Los modos de variabilidad climáticos controlan estos elementos



El NIÑO – LA NIÑA

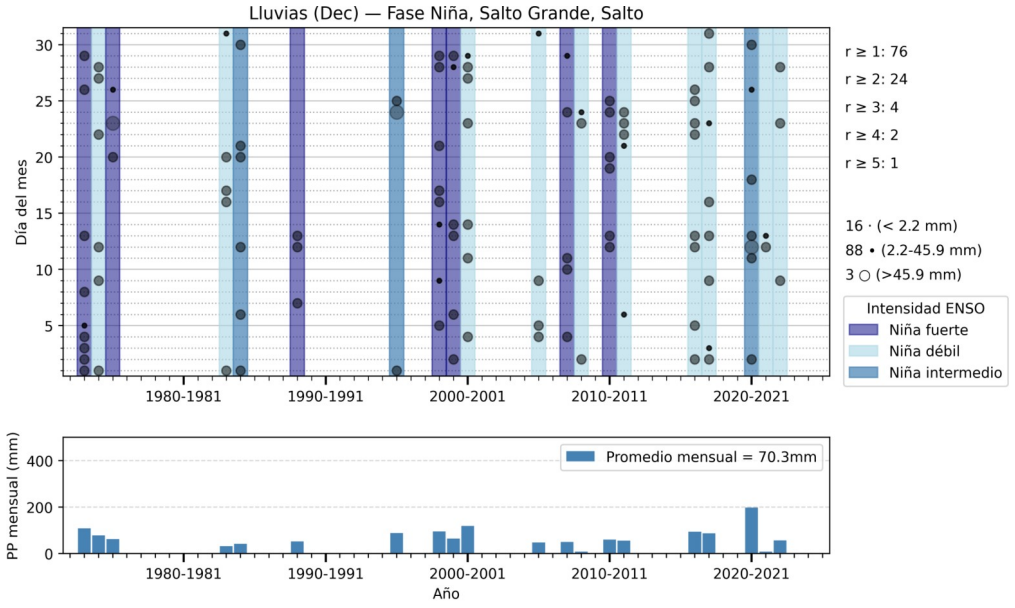


- El Niño y la Niña se los considera las fases positiva y negativa de un patrón climático que se lo conoce como ENSO (inglés) o ENOS (español)
- El Niño dura generalmente 1 año. La Niña puede durar varios años.
- Ambos tienden a desarrollarse a partir del otoño
- Eventos de El Niño y La Niña suelen ocurrir cada 3 a 5 años. Sin embargo, en los registros históricos este intervalo ha variado de 2 a 7 años.

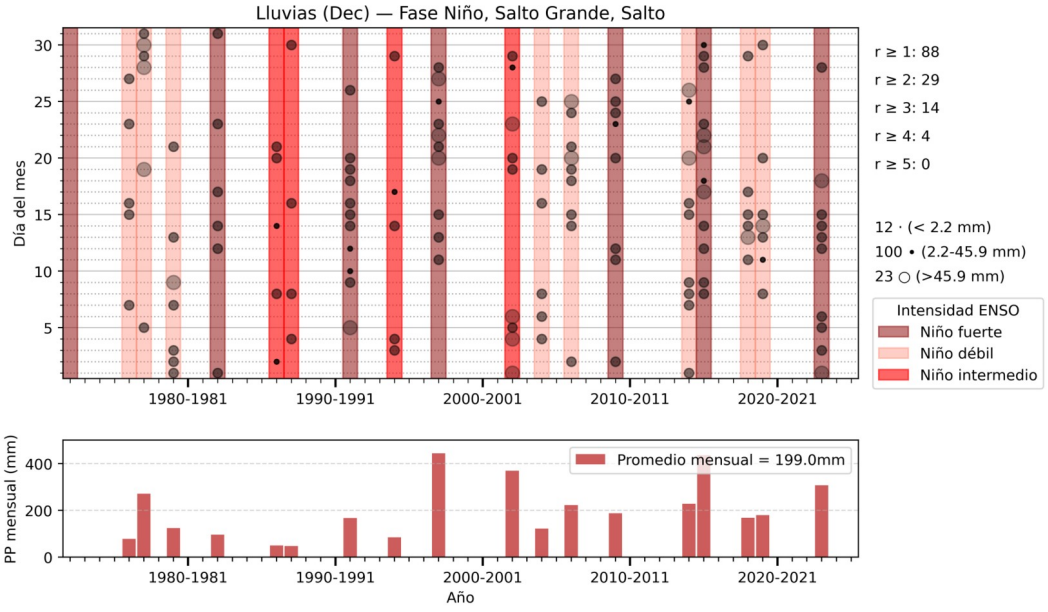
C. Vera (2026)

Precipitaciones - Salto en Diciembre

Eventos La Niña



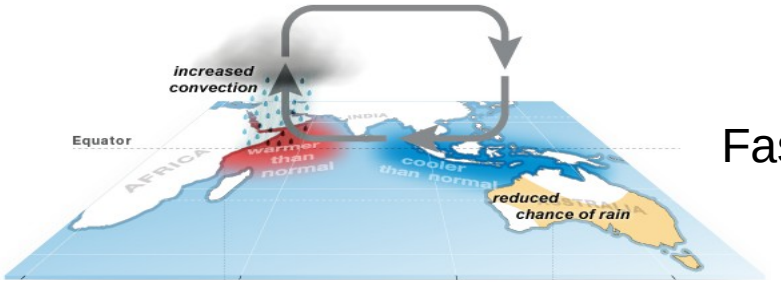
Eventos El Niño



La Niña aumenta
- días consecutivos secos

El Niño aumenta
- los acumulados mensuales
- los eventos extremos diarios de lluvia

DIPOLO DEL OCEANO INDICO



Fase positiva

Fase negativa

https://www.bom.gov.au/climate/iod/

El Dipolo del Océano Indico se refiere a la alternancia de anomalías de temperatura de superficie del mar en el océano Índico ecuatorial que se presentan en forma de dipolo.

El pico de actividad es entre agosto y octubre

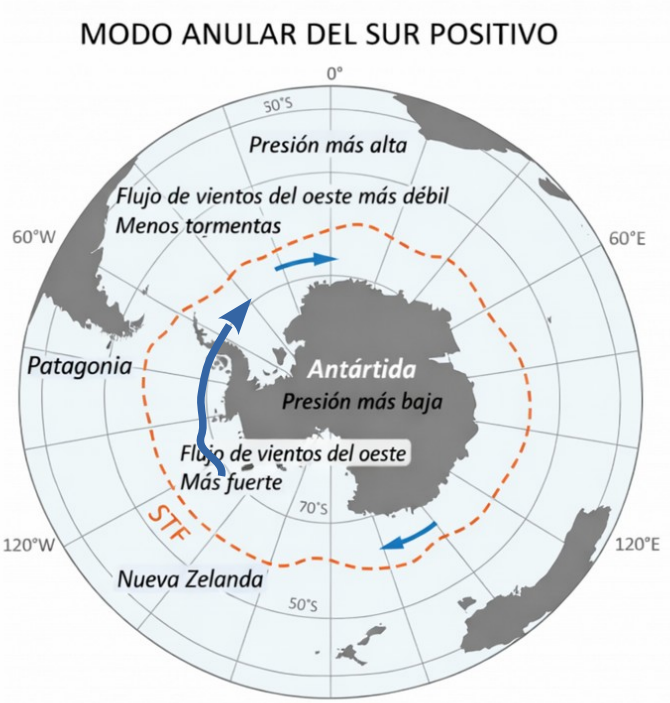
Está relacionado con ENSO.

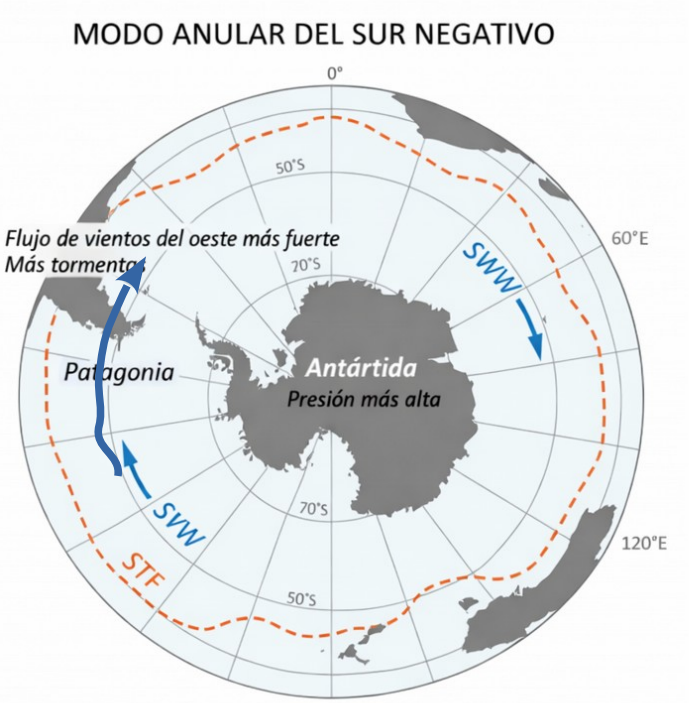
MODO ANULAR DEL SUR (SAM)

Patrón dominante de la variabilidad climática de la circulación en el hemisferio sur.

Consiste en un corrimiento latitudinal de los vientos del oeste

Fase positiva: Baja presión en Antártida, vientos de los oestes mas intensos en latitudes polares

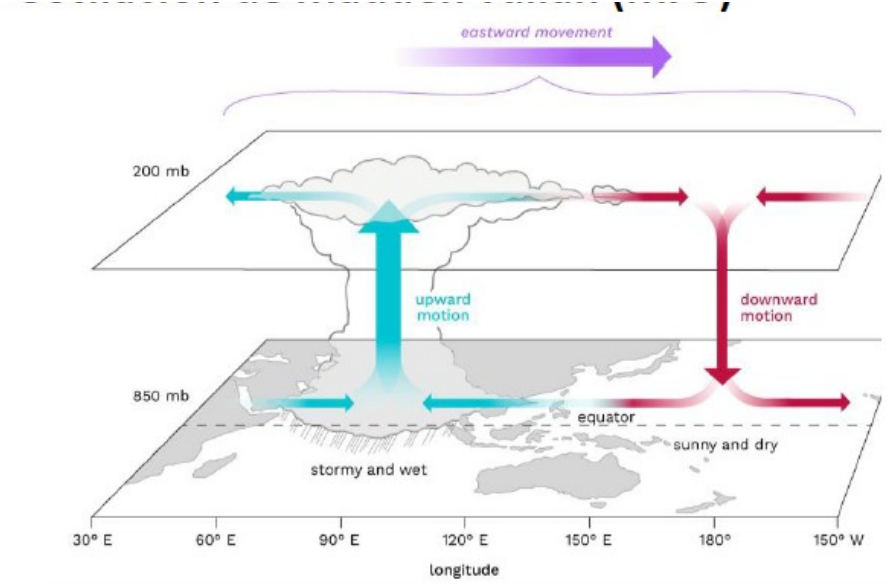


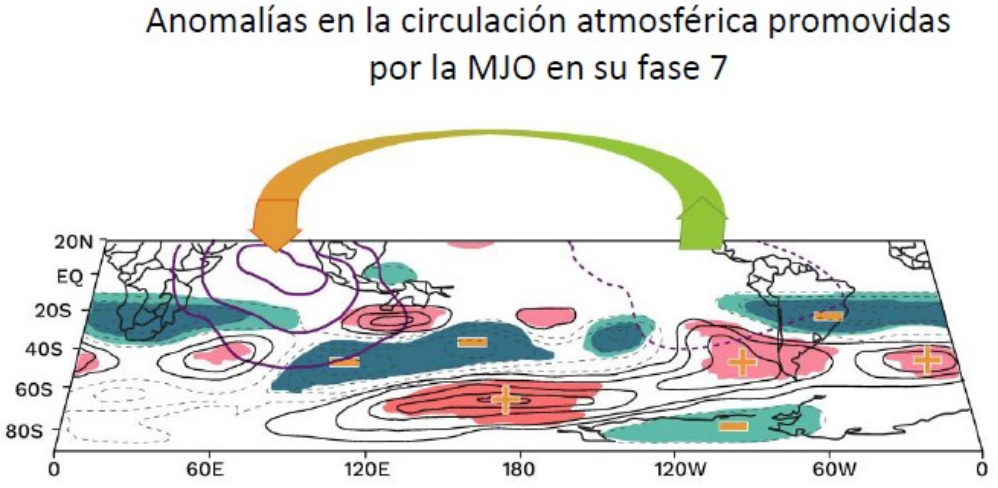


Fase negativa: Alta presión en Antártida, vientos de los oestes mas intensos sobre Patagonia

OSCILACIÓN DE MADDEN-JULIAN

Principal fluctuación del tiempo atmosférico tropical en escalas temporales que van de semanas a meses. Es un «pulso» de nubosidad y precipitaciones que se desplaza hacia el este cerca del ecuador y que, por lo general, se repite cada 30 a 60 días.



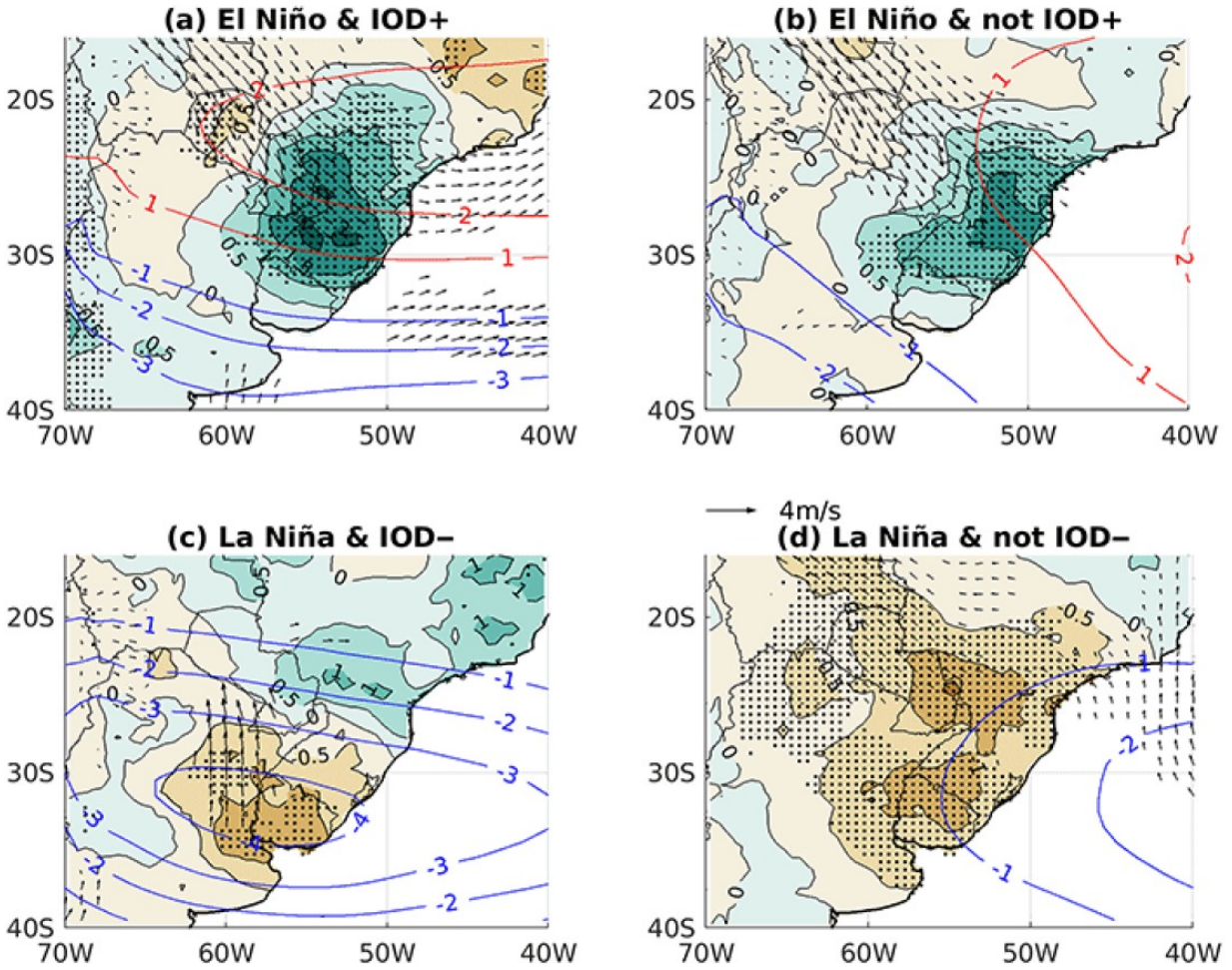


ENSO + Dipolo Océano Indico

Setiembre-Noviembre

Anomalías de lluvia para combinaciones de ENSO y el DOI

El DOI modula la señal de El Niño y La Niña cambiando el patrón de lluvias



Barreiro (2024)

ENSO + Modo Anular del Sur

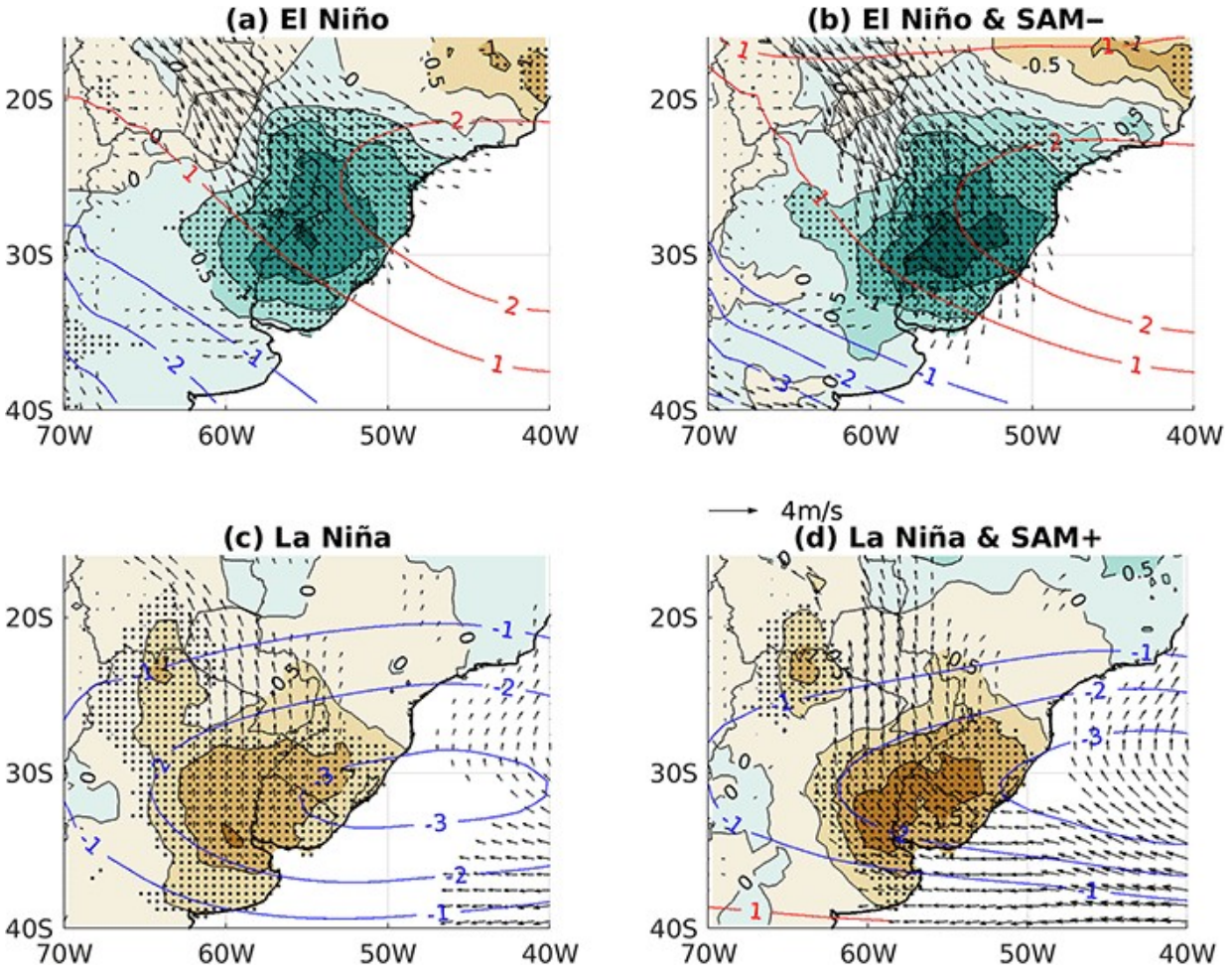
Octubre-Diciembre

Anomalías de lluvia para combinaciones de ENSO y el SAM

Anomalías mas intensas para:

Niño y SAM-

Niña y SAM+

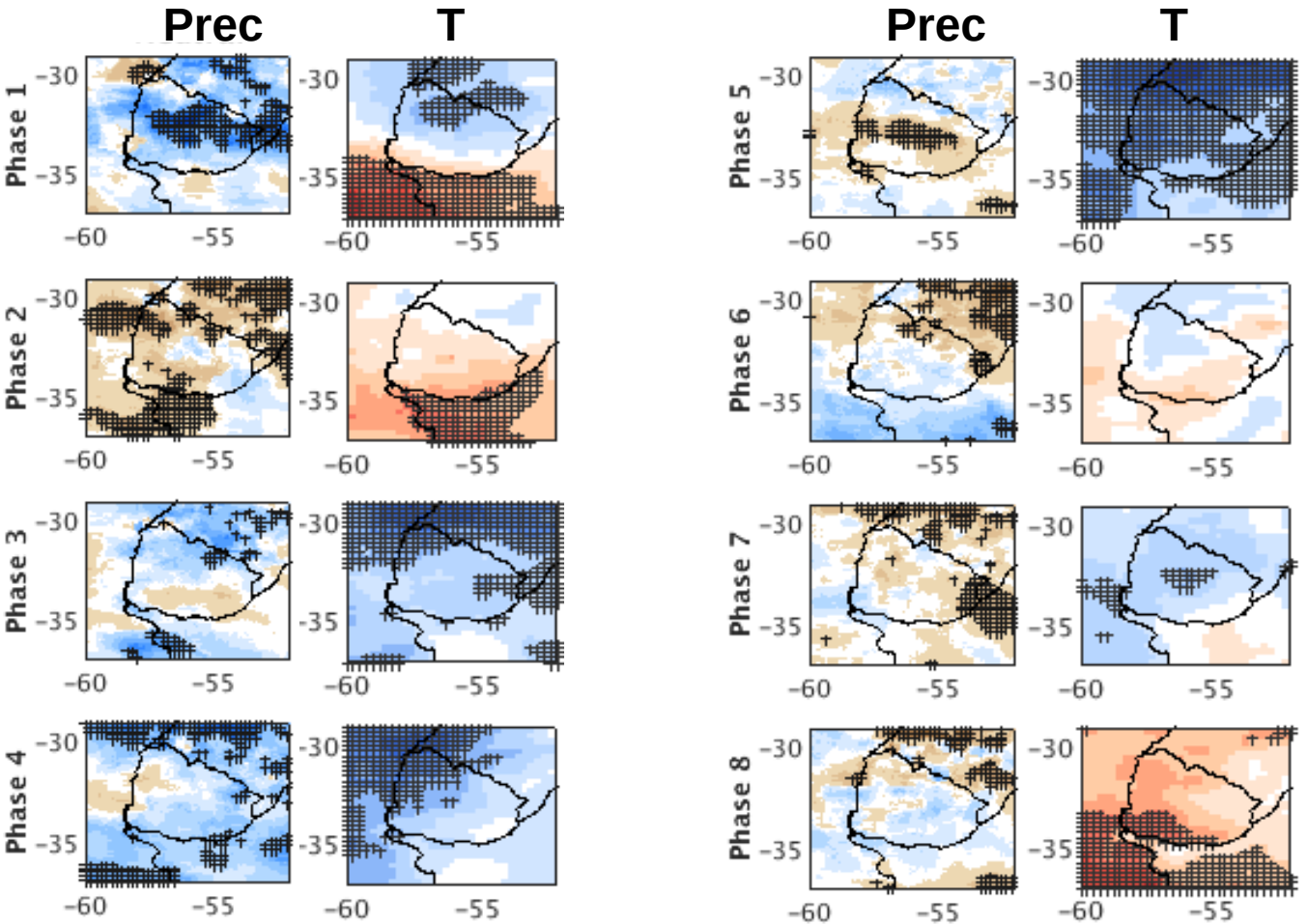


Barreiro (2024)

Oscilación de Madden-Julian

Diciembre-Febrero

Promedios
de 5 días
dependiendo
de la fase de
la OMJ



Diaz et al 2026

Oscilación de Madden-Julian + La Niña

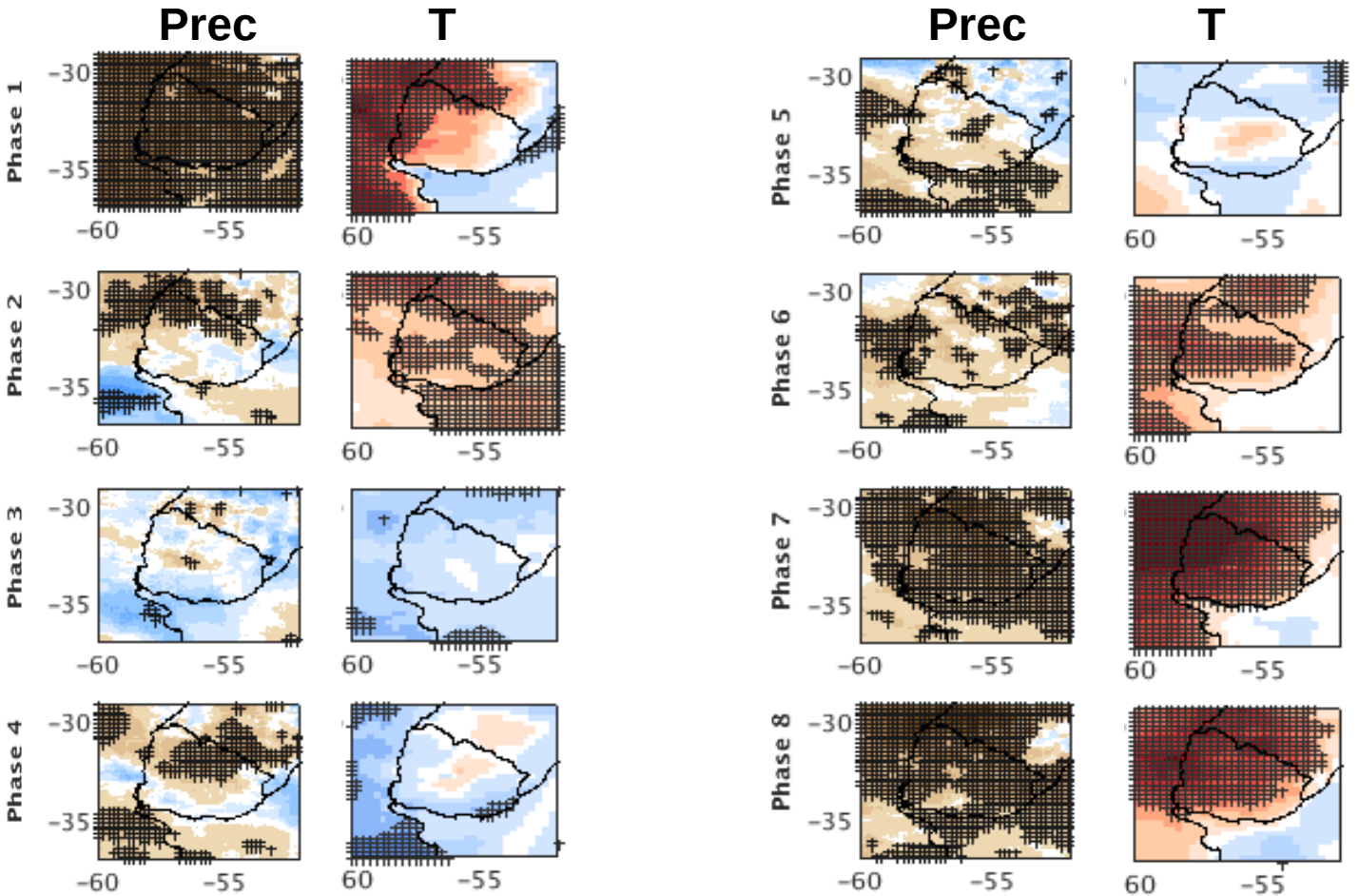
Diciembre-Febrero

Promedios de 5 días dependiendo de la fase de la OMJ bajo condiciones La Niña

La combinación

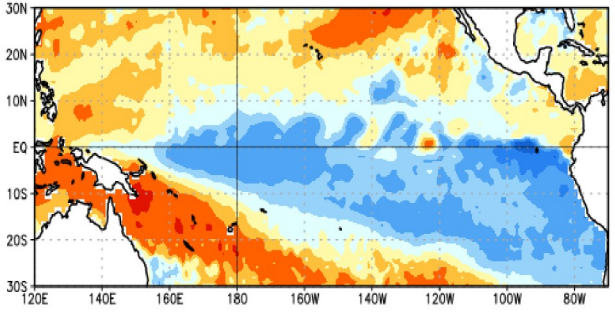
OMJ en fases 6,7,8,1,2
+
La Niña

genera condiciones secas y cálidas



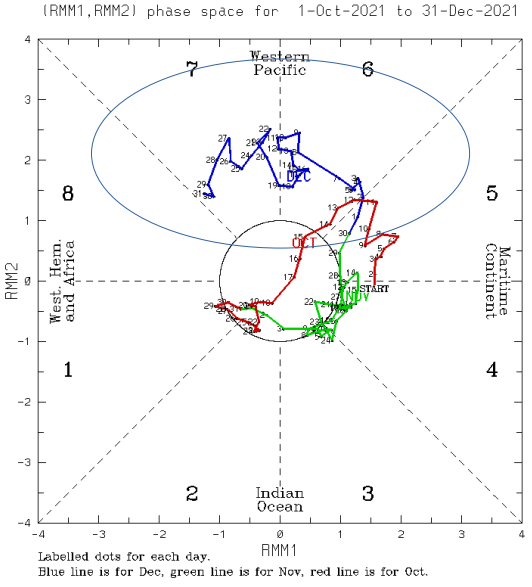
Diaz et al 2026

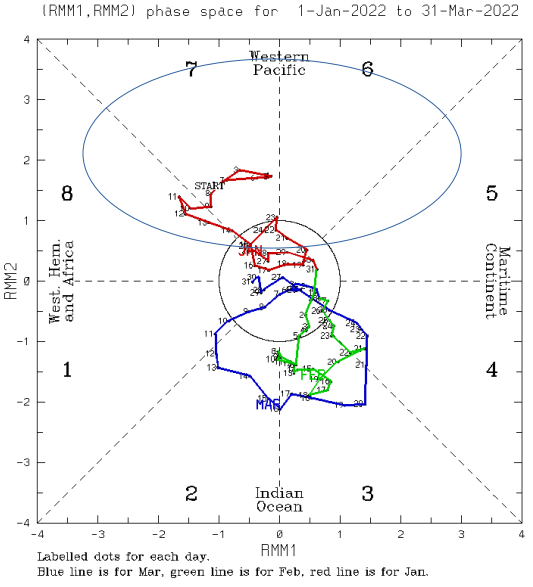
Incendio 29/12/2021 - 4/1/2022



Coincidieron:

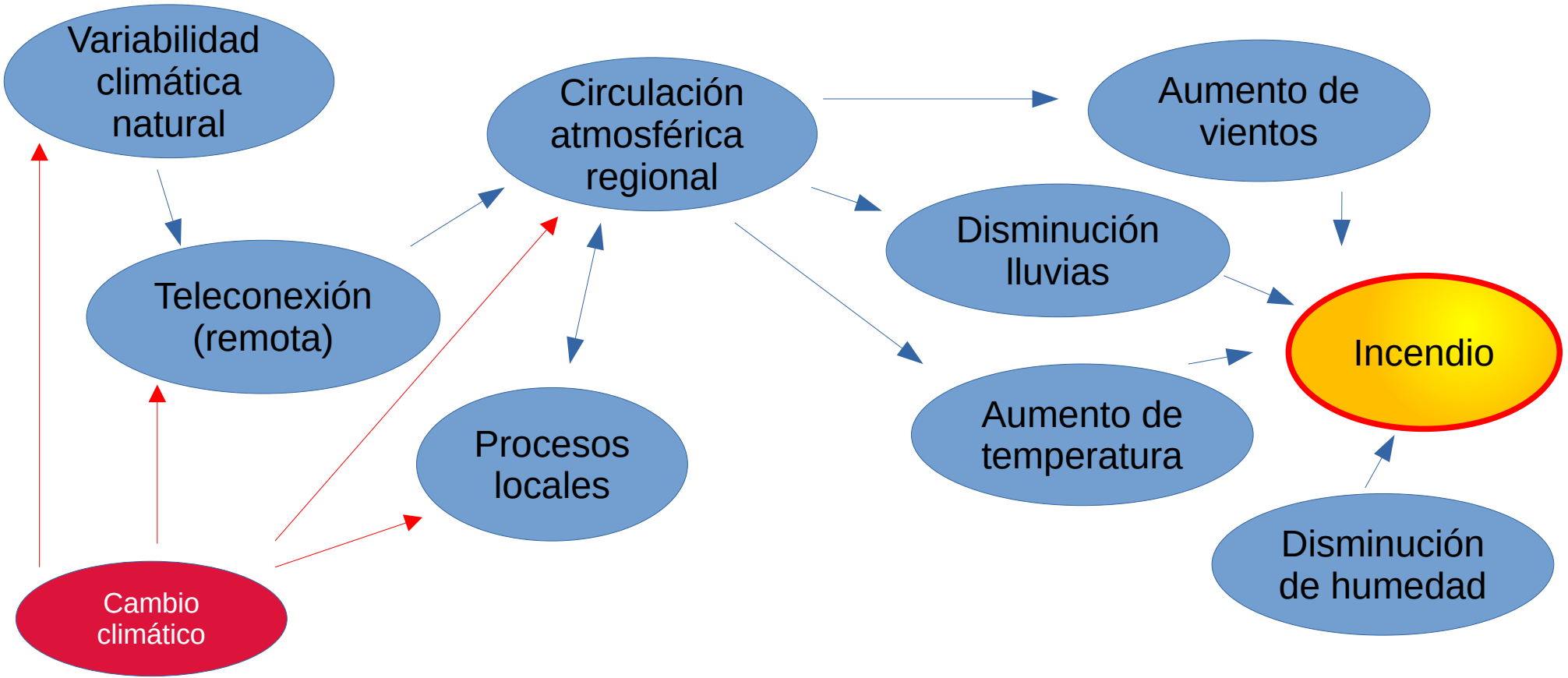
- La Niña
- SAM (ONDE) +
- OMJ en fases 6 y 7 durante diciembre/enero





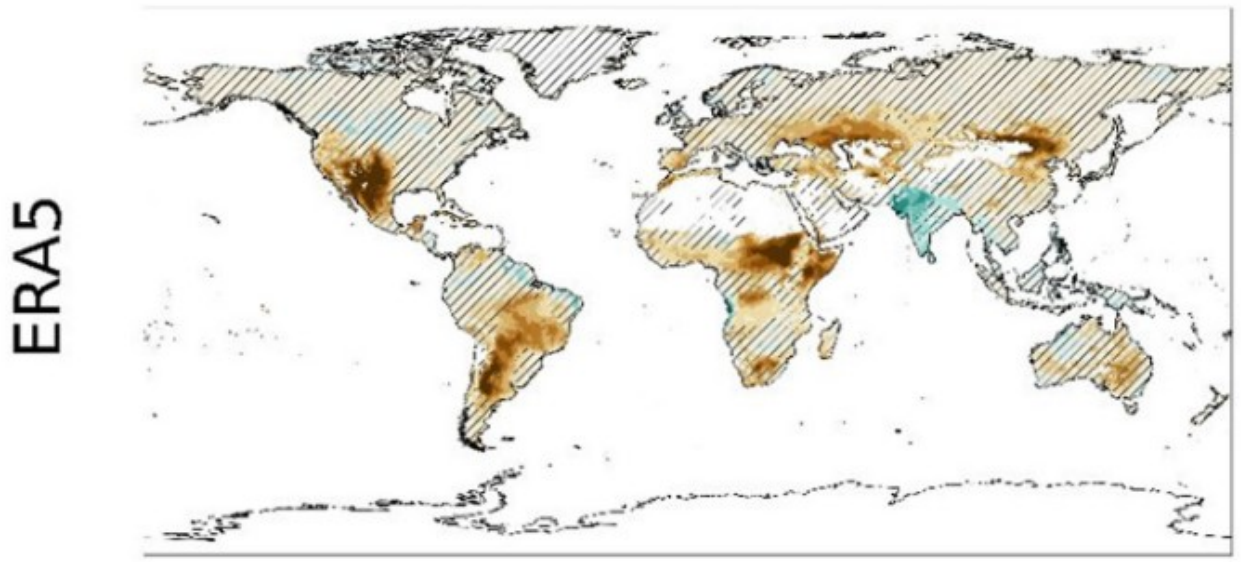
Variabilidad natural + cambio climático

Modos de variabilidad: La Niña + SAM + OMJ + IOD + ...

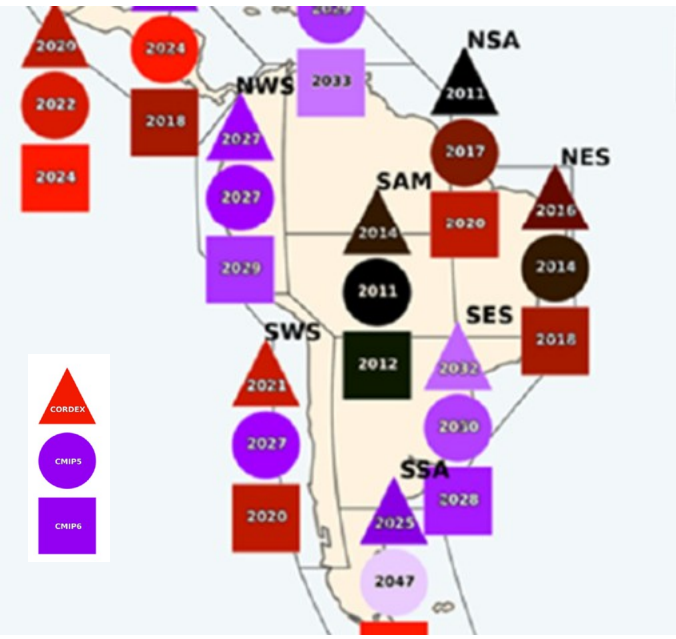


Cambio Climático

Tendencia en el Indice de Riesgo de Incendio Forestal (FWI) 1980-2023 (Nogherotto et al 2026)



Año de emergencia de señal de CC en FWI



Resumen

- **Las condiciones meteorológicas/climáticas de una región dependen:**
  - Época del año
  - Modos de variabilidad: ENSO, SAM, DOI, OMJ, ...
  - La naturaleza caótica de la atmósfera
  - Cambio climático
- **En ciertas ocasiones todos se alinean para generar condiciones extremas**
- **Perspectiva**:
  - Las tendencias asociadas al cambio climático van a mantenerse/intensificarse en las próximas décadas
  - Las condiciones oceánicas pueden pronosticarse con antelación (6-9 meses ENSO; 3 meses DOI)
  - Si la OMJ está activa se puede pronosticar con 2-4 semanas de antelación
  - SAM (vientos del oeste) pueden pronosticarse hasta 2 semanas de antelación
- **Generación de pronóstico continuo desde escalas estacionales a sinóptica**
- **Investigación necesaria para seguir aumentando el conocimiento del clima local**