

Aniversario 133
Dirección Meteorológica de Chile

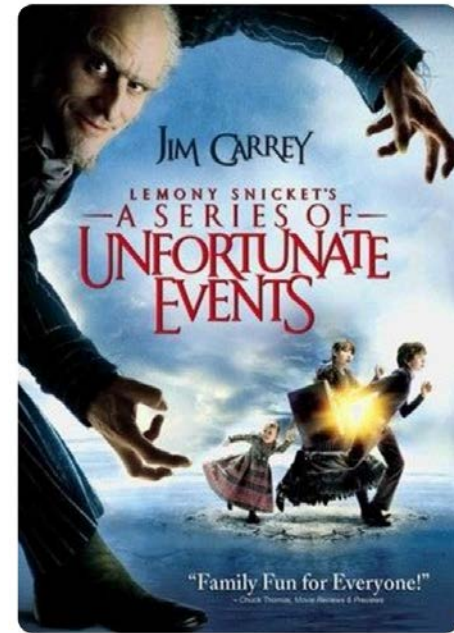
Una serie de eventos desafortunados
El rol del cambio climático en eventos
recientes de alto impacto

René D. Garreaud

Departamento de Geofísica, Universidad de Chile
Centro del Clima y la Resiliencia, CR2

Estructura

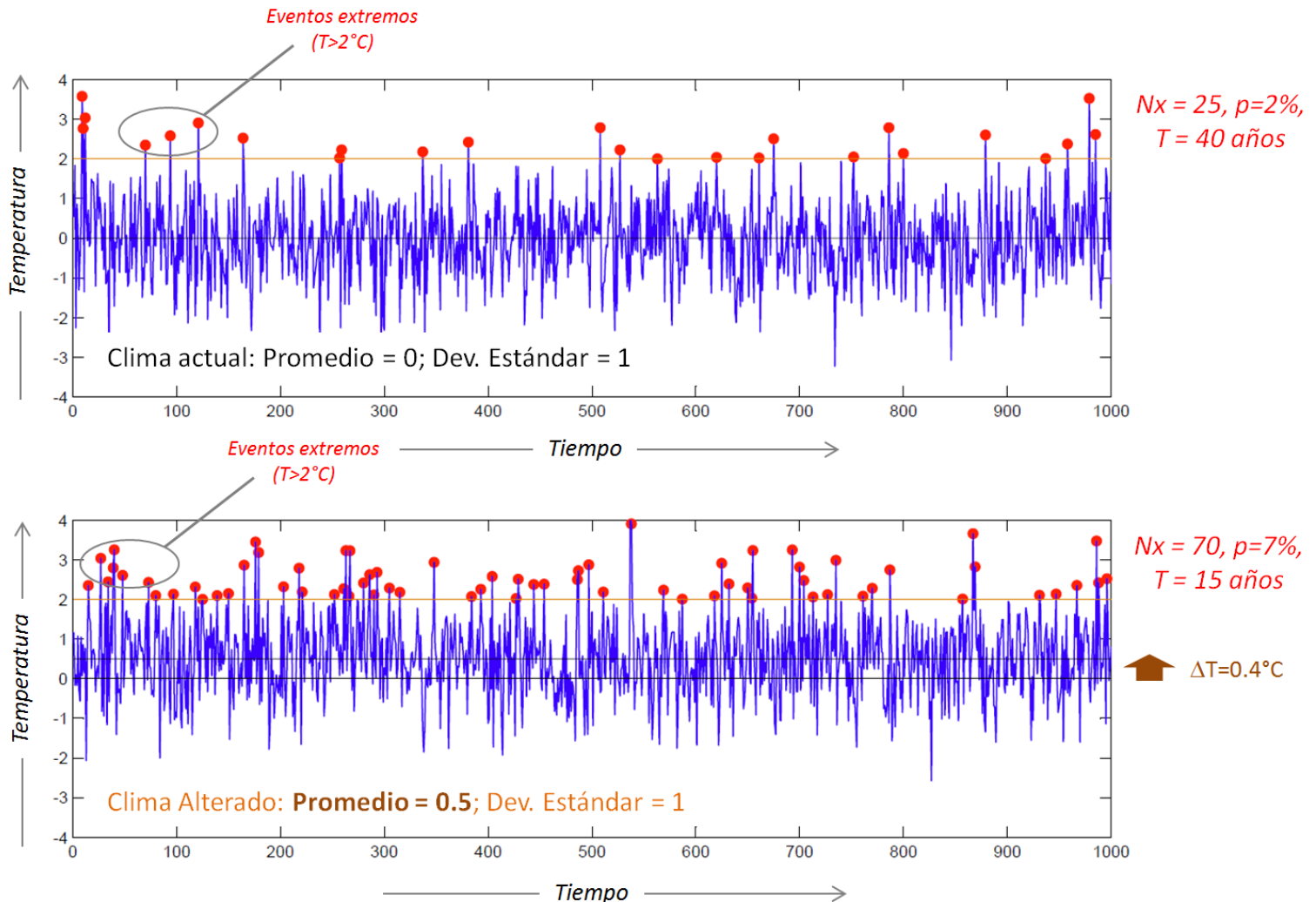
- Consideraciones generales
- Perspectiva global
- La mega-sequía 2010-2015
- Marea Roja en el verano del 2016
- El ardiente verano del 2017 (×2)
- Conclusiones



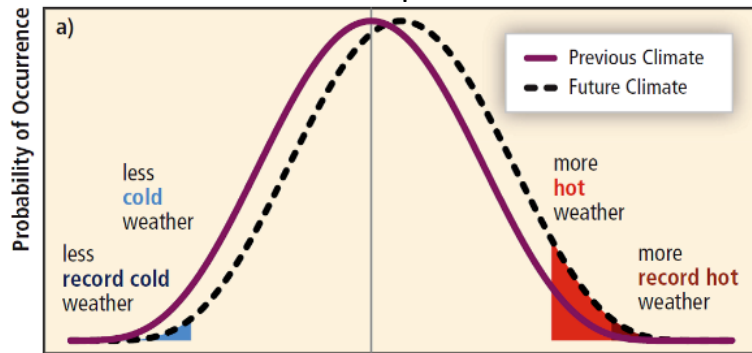
} Diferentes Escalas
Diversos Métodos

Un modesto cambio en el promedio produce grandes cambios en los extremos

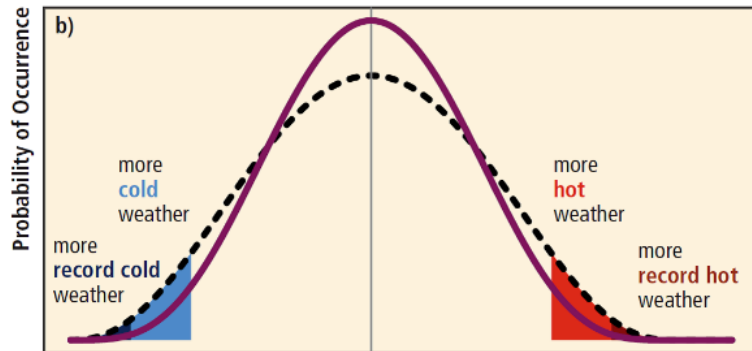
Consideramos una variable "normal"



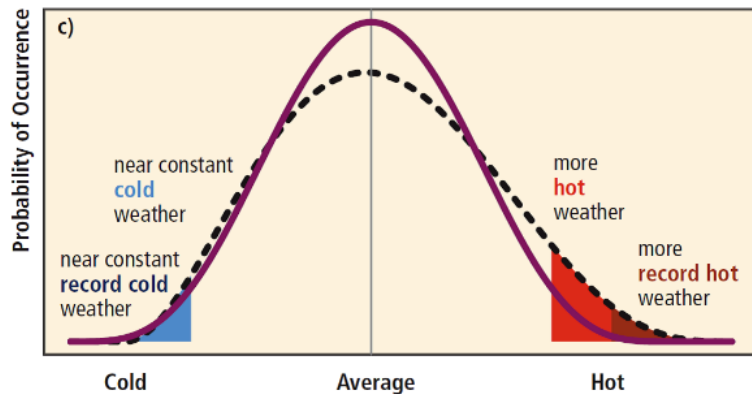
Cambio en el promedio



Cambio en la variabilidad

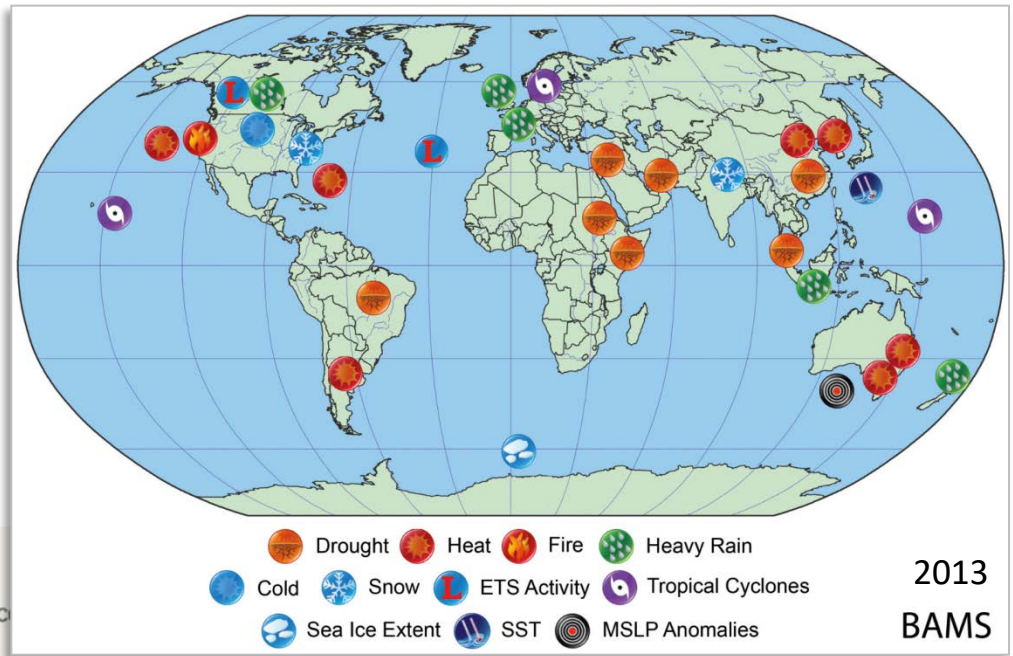


Cambio en la forma



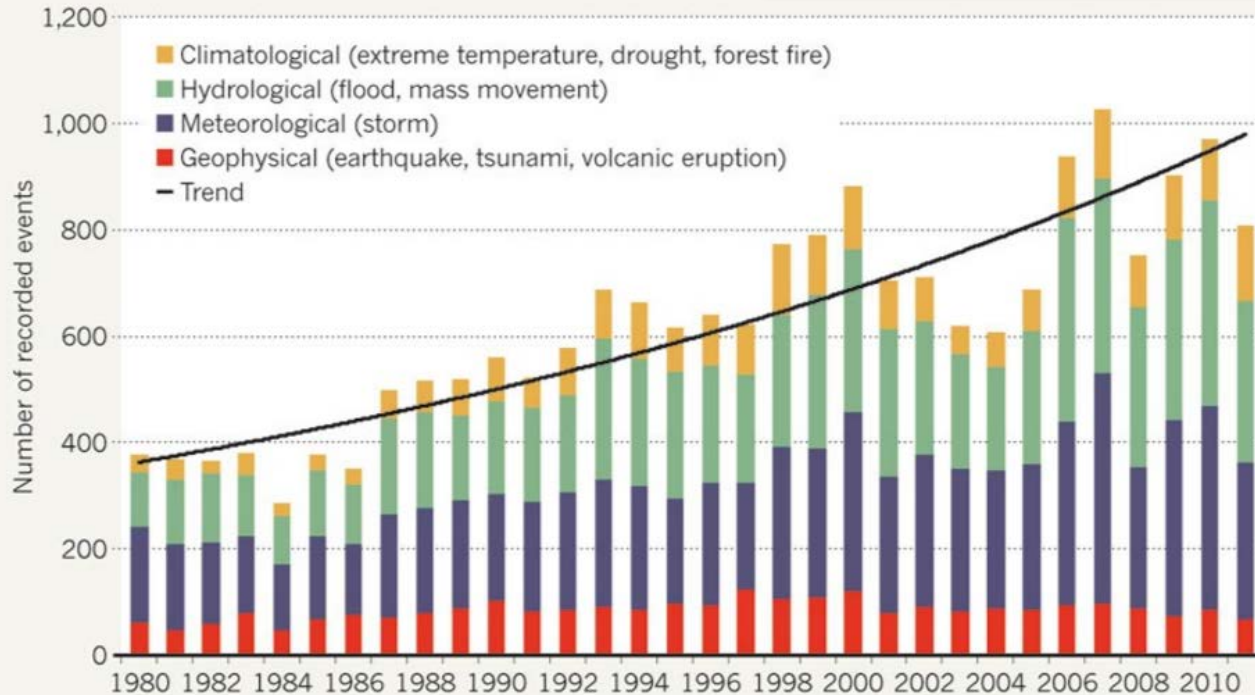
La realidad es mas compleja pues existen cambio de otros momentos de la distribución

Perspectiva Global



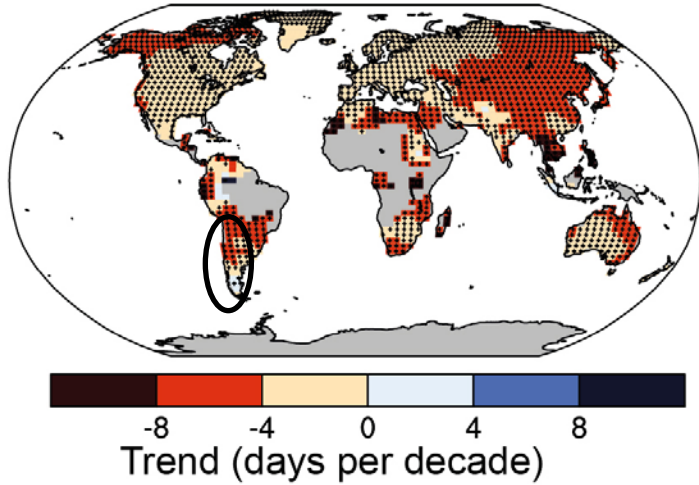
CATASTROPHE COUNT

An increase in severe storms is helping to drive up the number of records conclusively attributed to climate change.

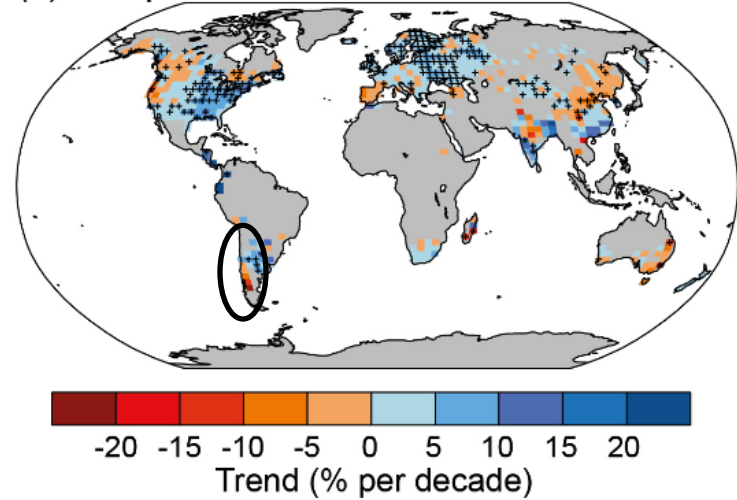


Perspectiva Global (1950-2010)

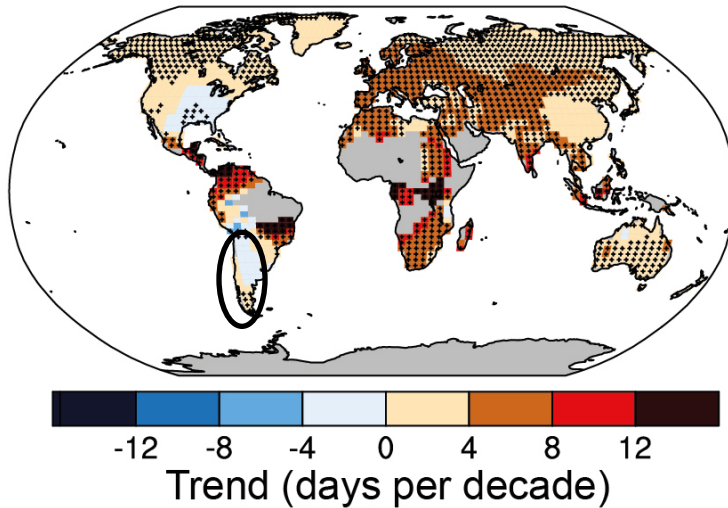
(a) Cold Nights



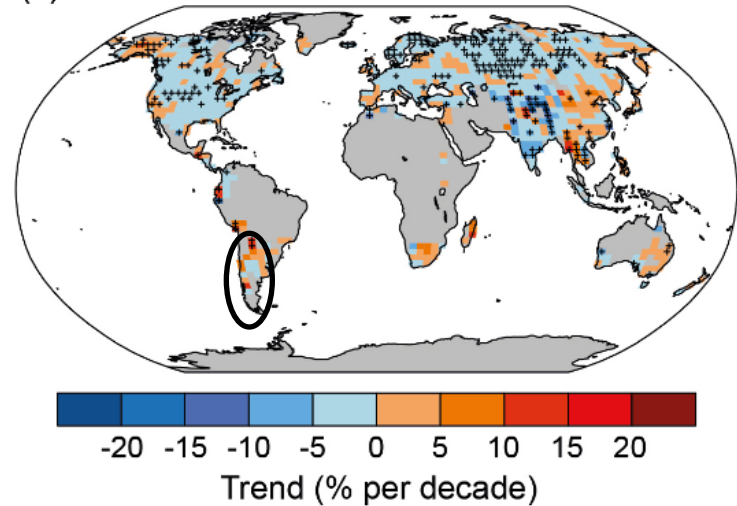
(a) R95p 1951-2010



(d) Warm Days



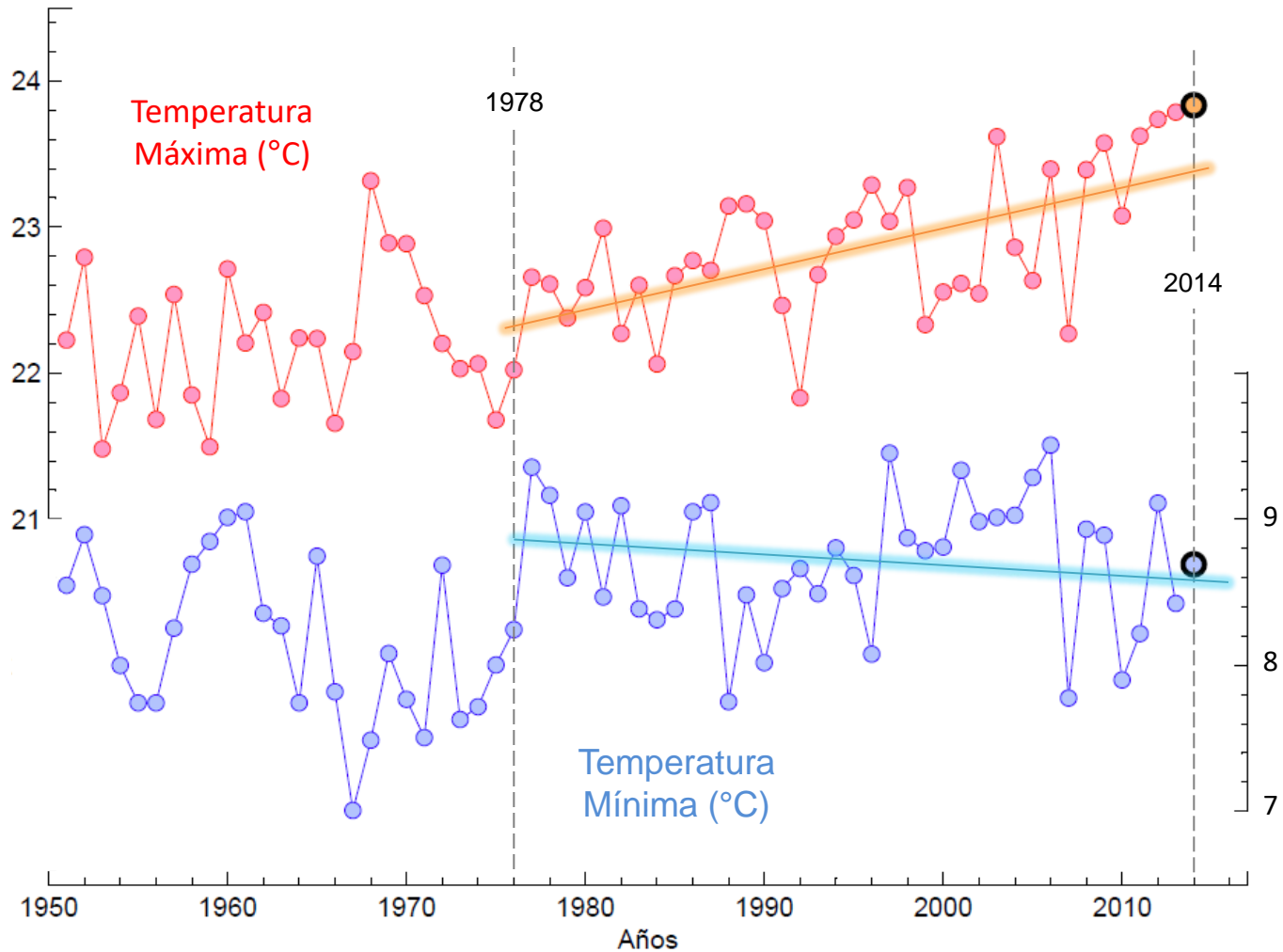
(c) CDD 1951-2010



Estación Quinta Normal, Santiago

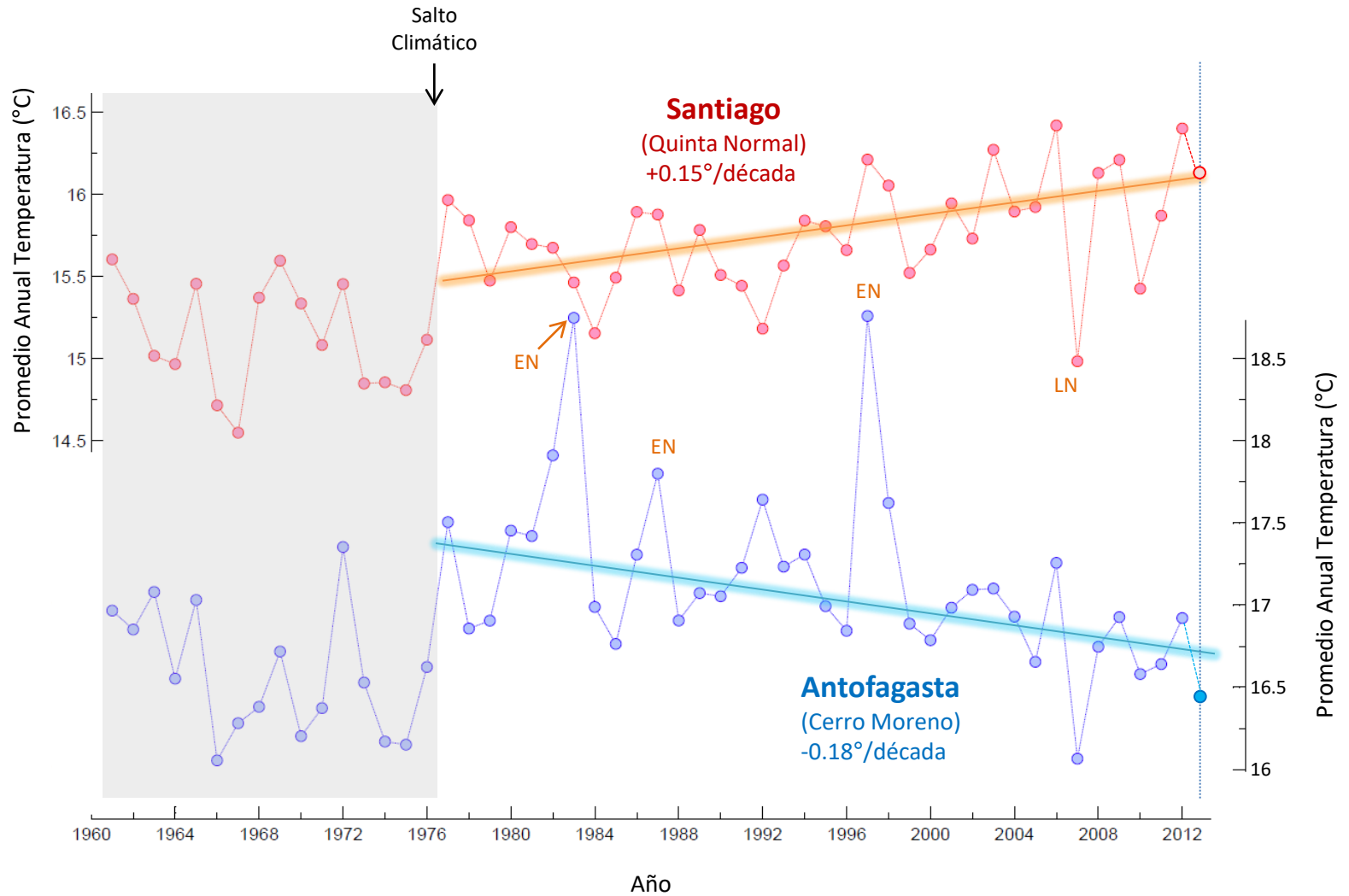
Promedios anuales de temperaturas extremas

Fuente de datos: Dirección Meteorológica de Chile

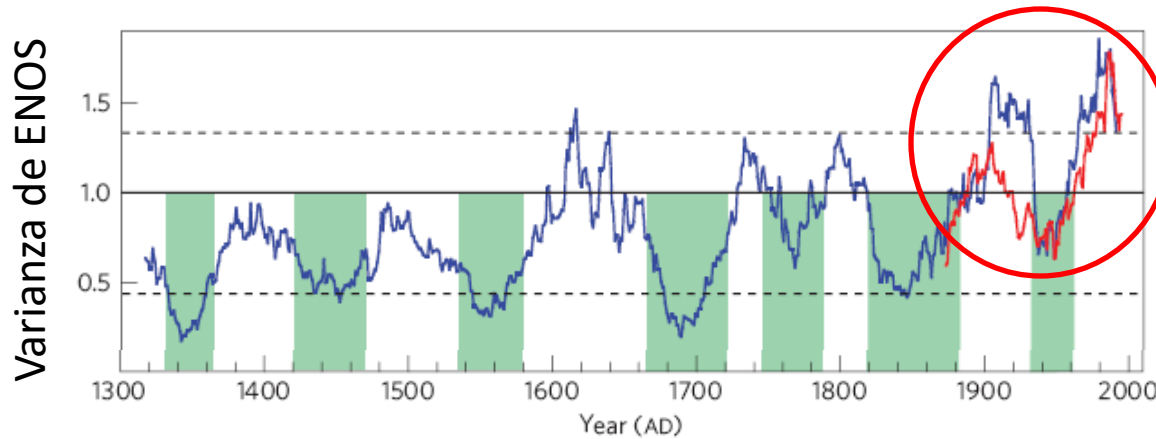


Tendencias observadas de Temperatura en Chile

Fuente de datos: Dirección Meteorológica de Chile

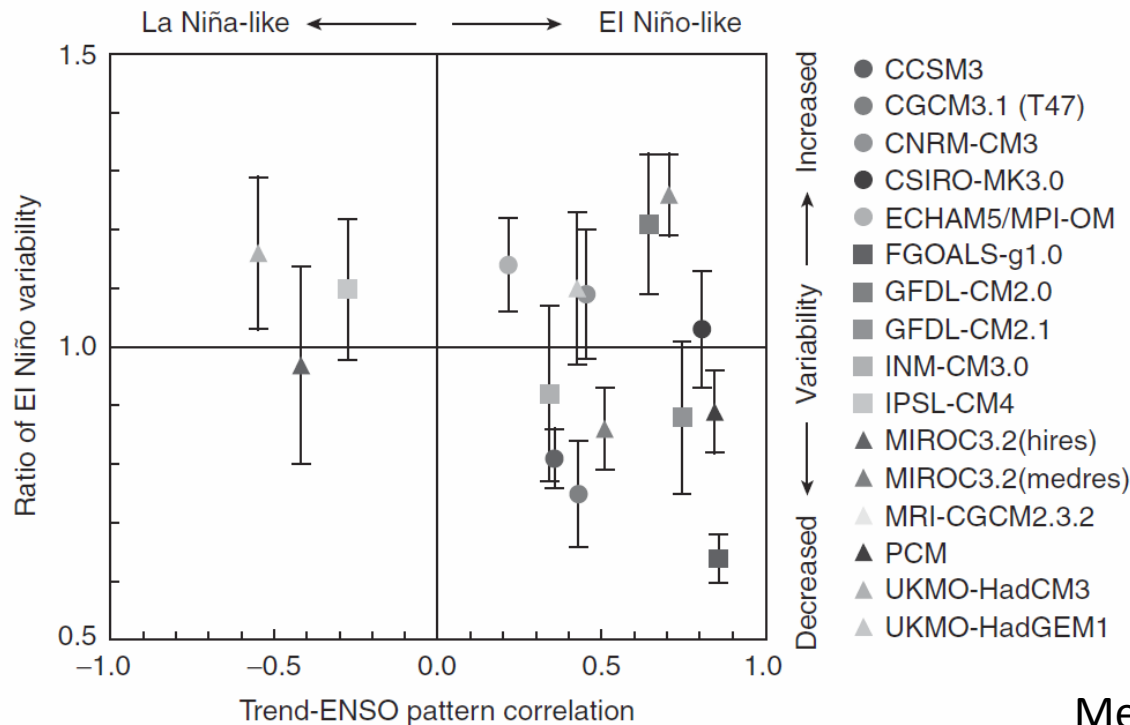


Perspectiva Global. Que pasa con ENOS?



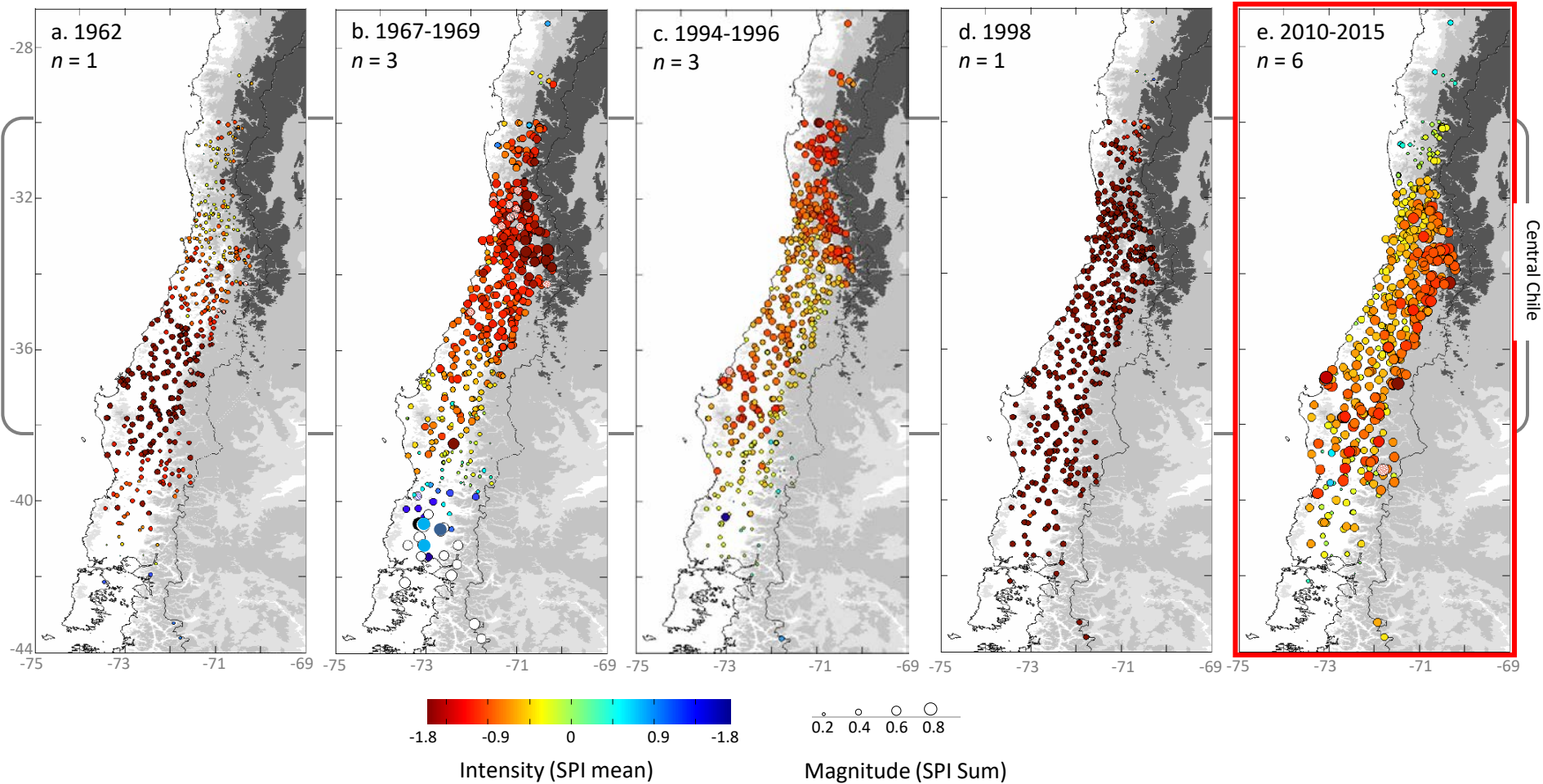
Niños y Niñas más intensos en el sXX

Li et al. (2013)



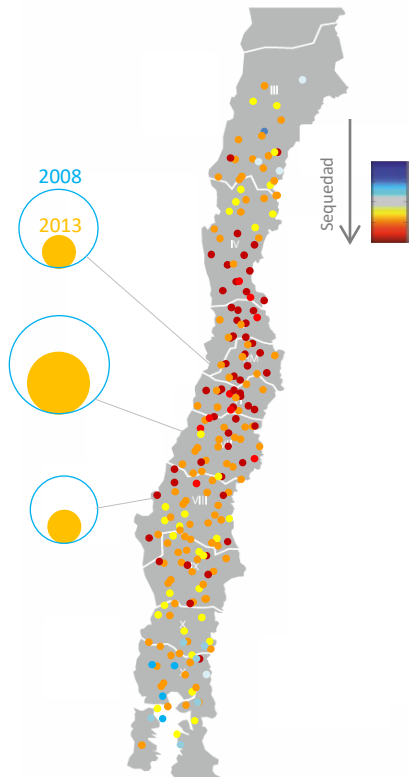
Meehl et al. (2007)

La Megasequía 2010-2015



La Megasequía 2010-2015

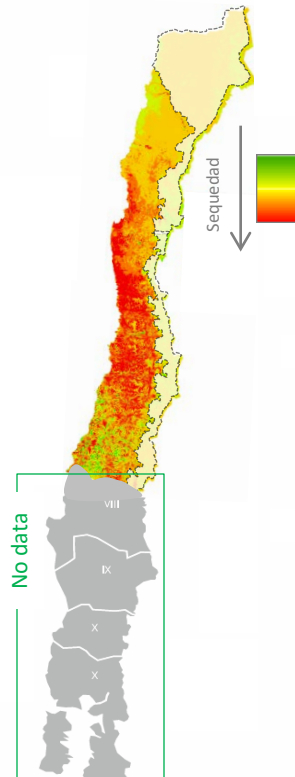
Transporte de sedimentos en invierno



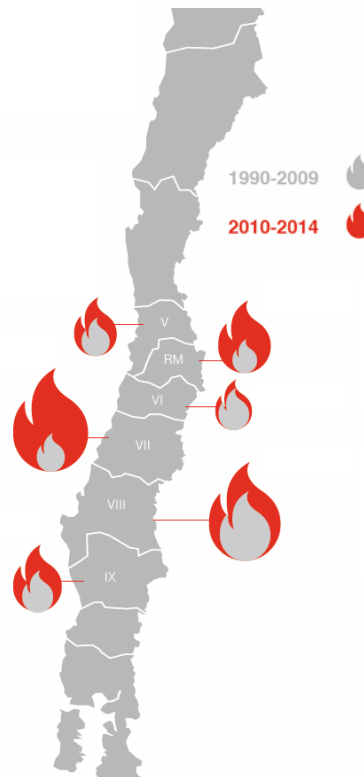
Déficit Pluviométrico (2010-2014)



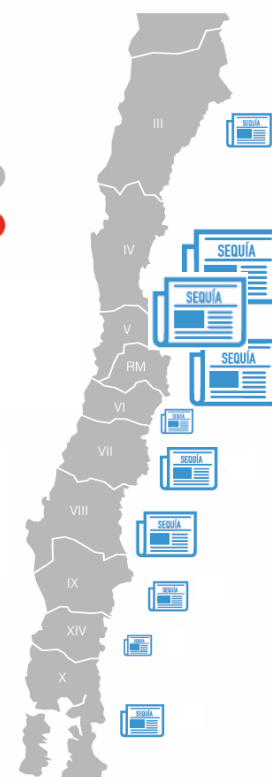
Deterioro vegetación Agosto 2010-2015



Incendios forestales de magnitud



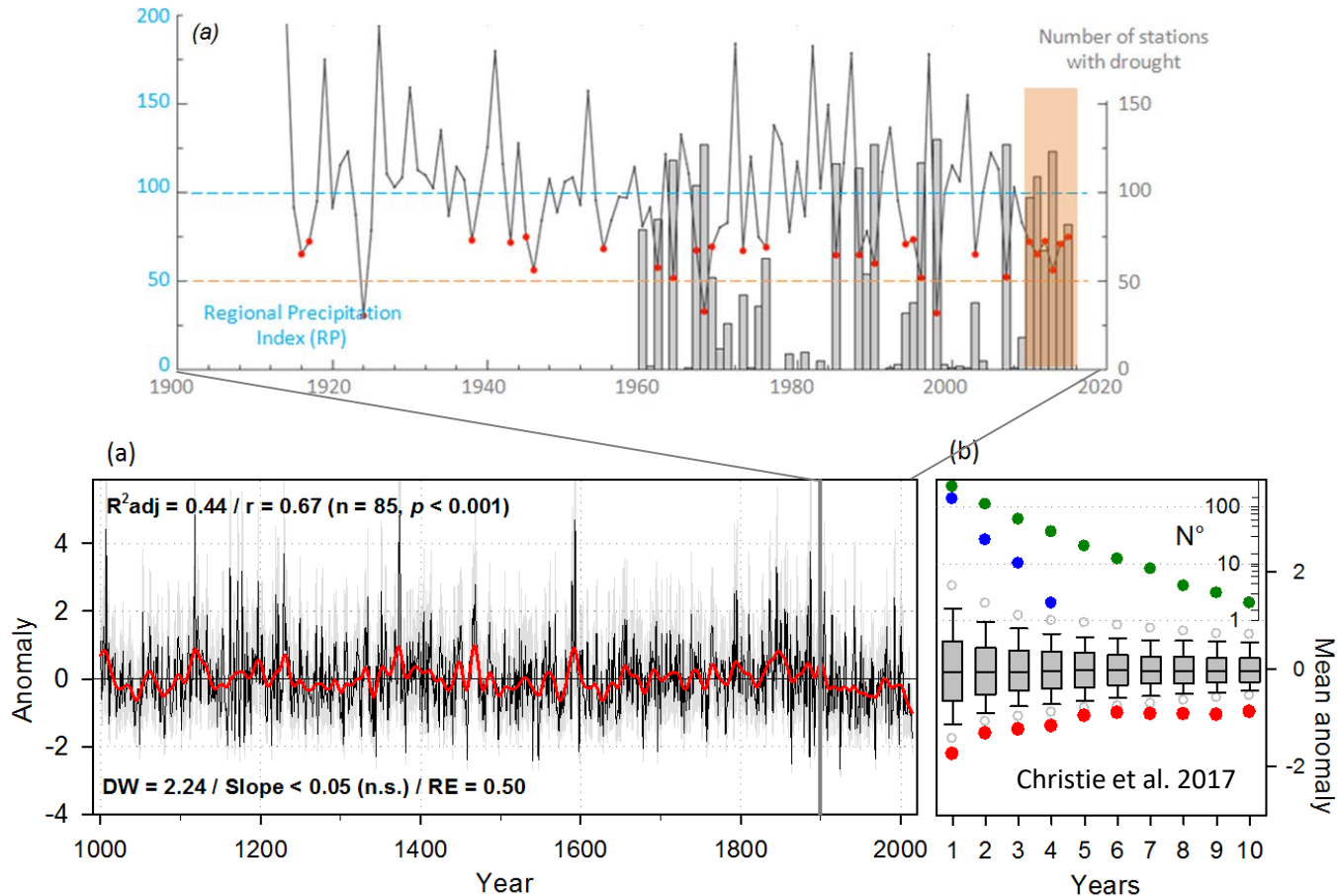
Apariciones en prensa escrita (2014)



Gastos en Camiones Aljibes (Mill\$)



La Megasequía 2010-2015



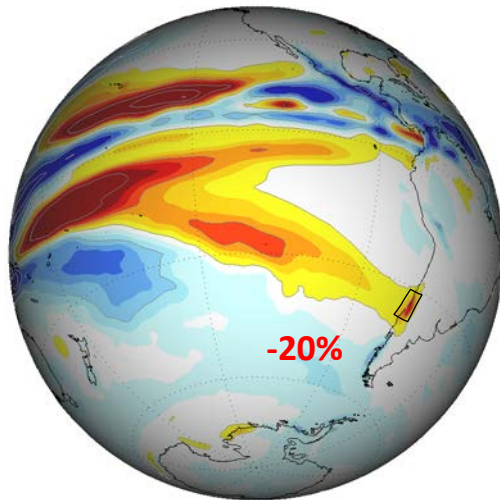
MS (5 años con 30% déficit) sin precedentes en registro histórico
Pero registro histórico es muy corto!
MS también es muy inusual en reconstrucción de 1000 años

La Megasequía 2010-2015

Anomalías de precipitación, MJJAS, 2010-2015 simuladas por diversos modelos.

Deficit observado ~30%

AMIP-ORF

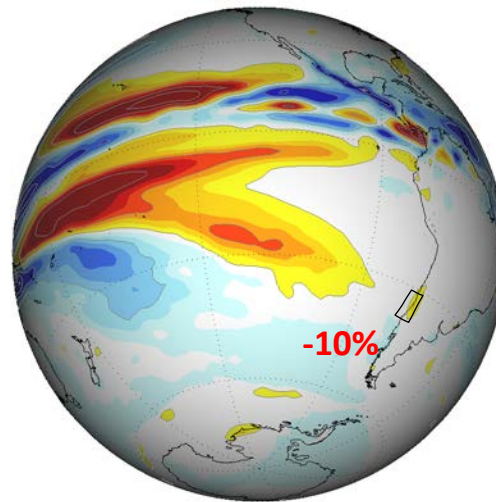


TSM prescrita
GEI actuales

Promedio muchas corridas revela
forzamiento del oceano en clima

NAT+ANTROP

AMIP-NHF

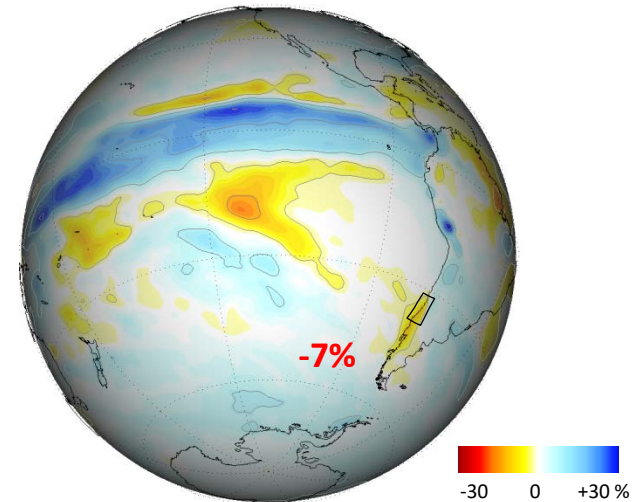


TSM prescrita
GEI historicos (1800)

Promedio muchas corridas del
mismo modelo (CAM5.1)

NAT'

CMIP5/RCP8.5

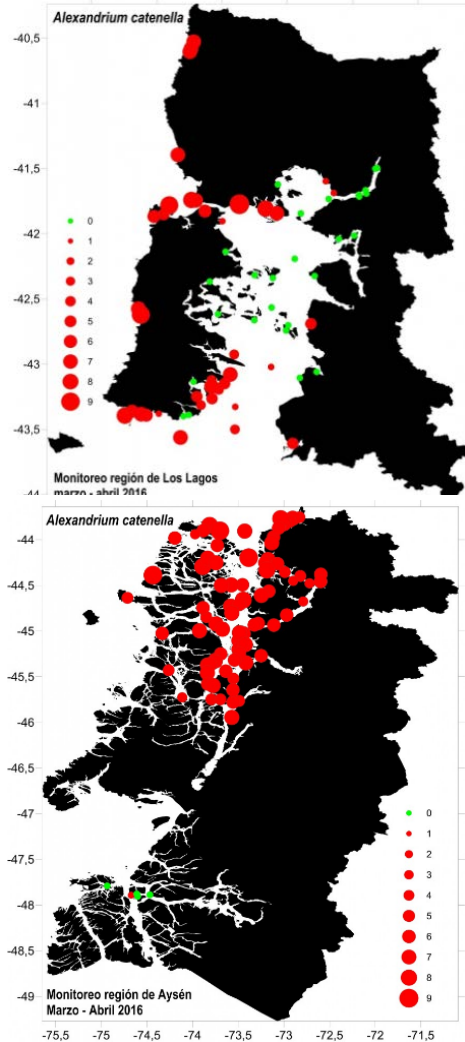


TSM calculada
GEI actuales

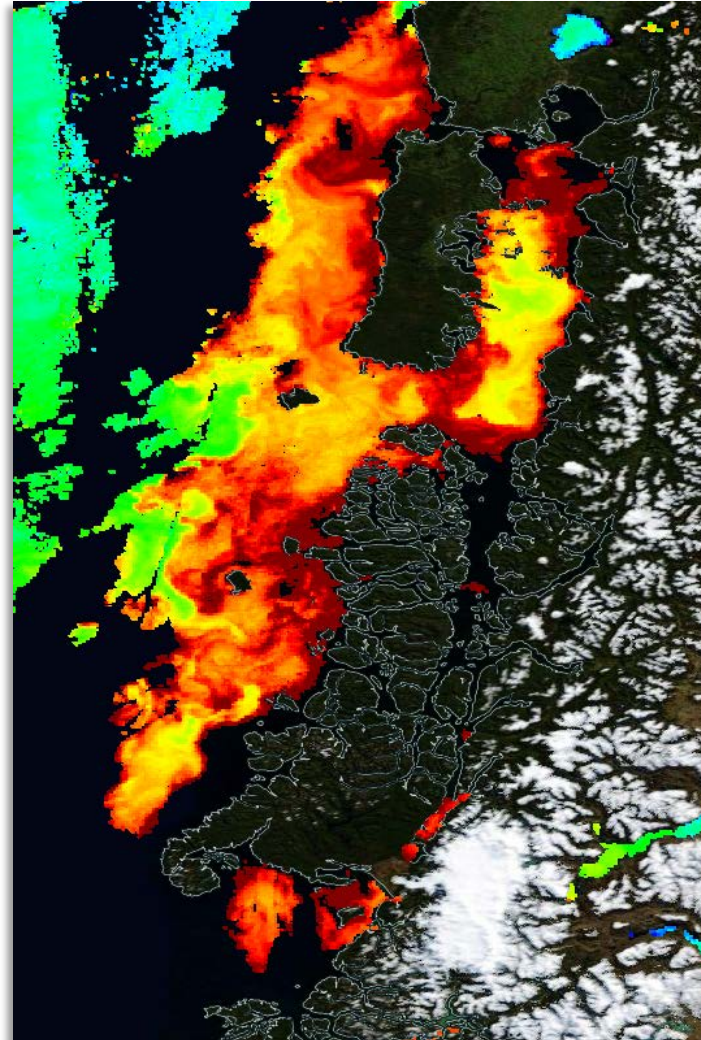
Promedio muchos modelos
revela forzamiento radiativo

ANTROP

El terrible 2016 (JFM)



Monitoreo IFOP

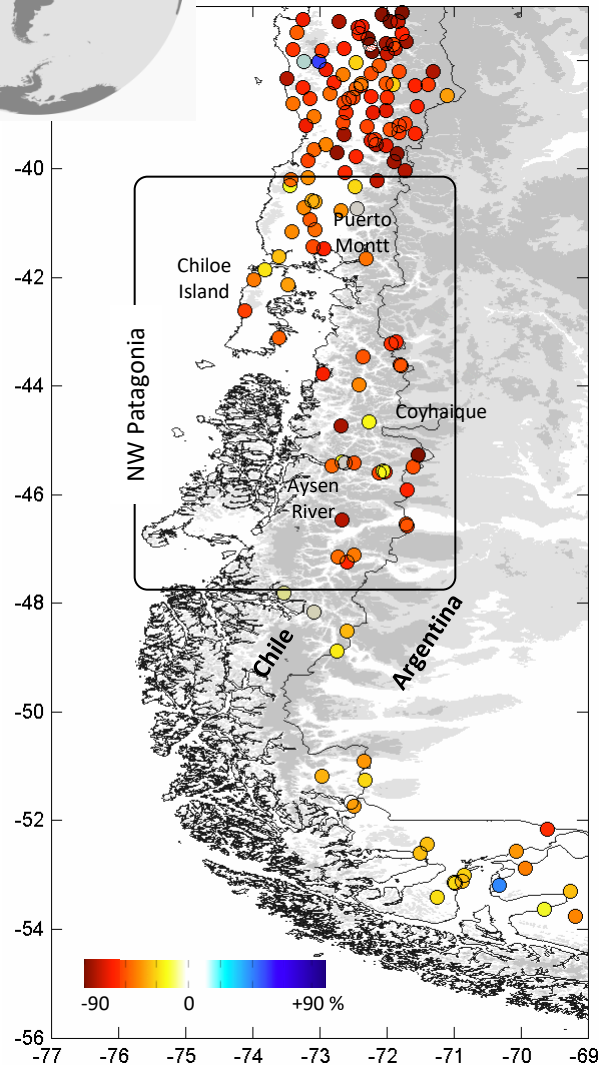


Clorofila, 03 Marzo 2016. MODIS

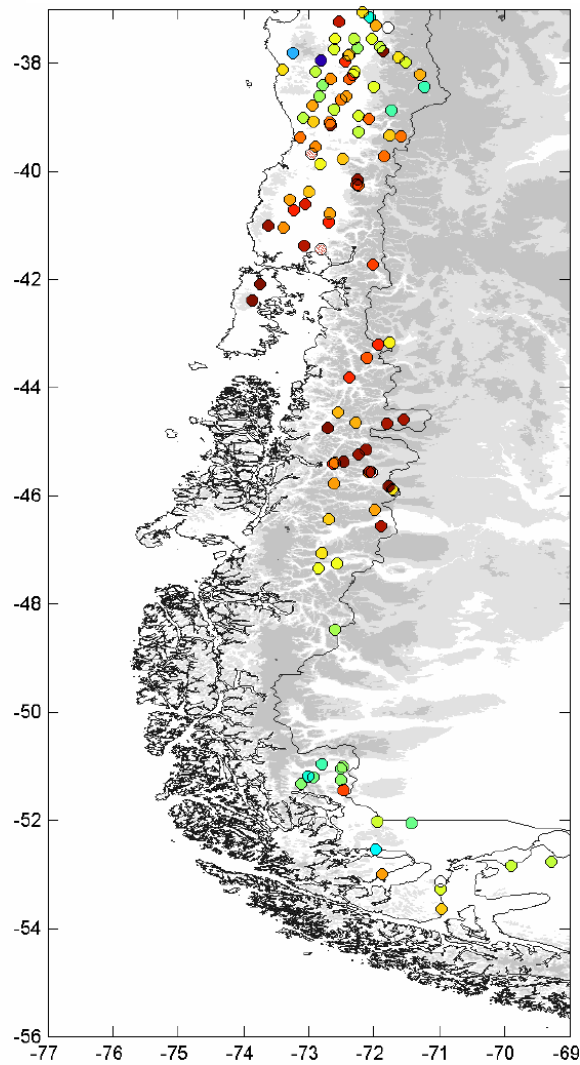
El terrible 2016 (JFM)



(a) Precipitation anomalies



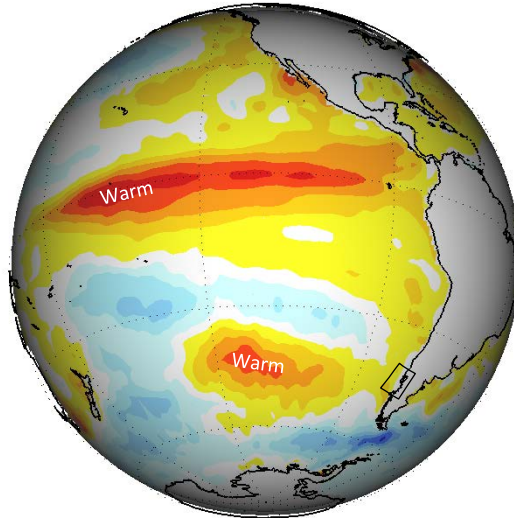
(b) Streamflow anomalies



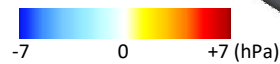
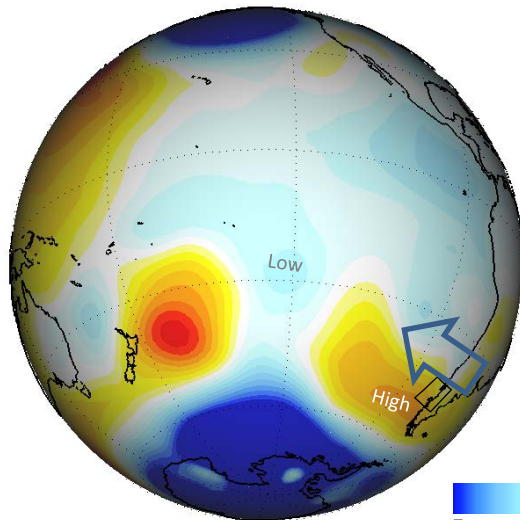
Large Scale conditions – JFM 2016

El Niño!

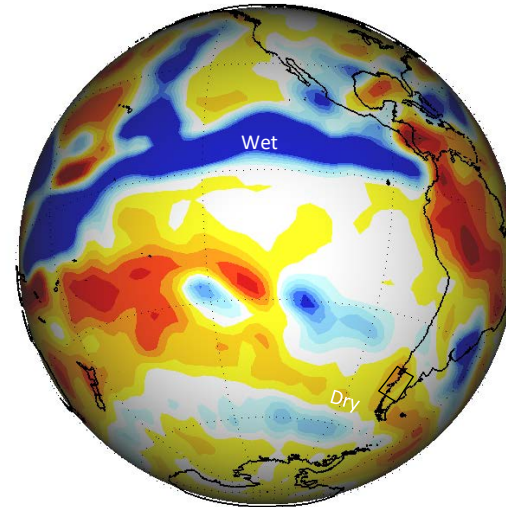
(a) SST (NOAA OI)



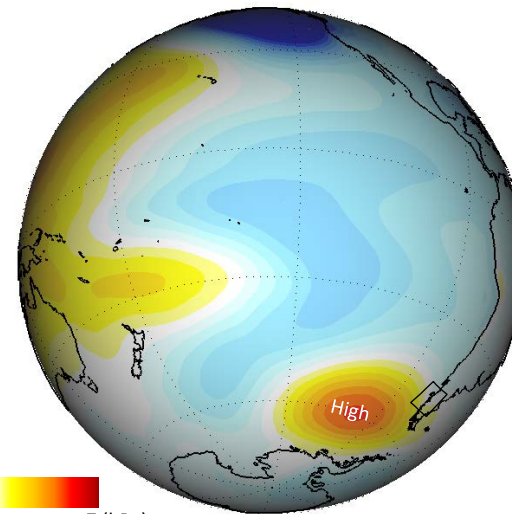
(c) SLP (NNR)



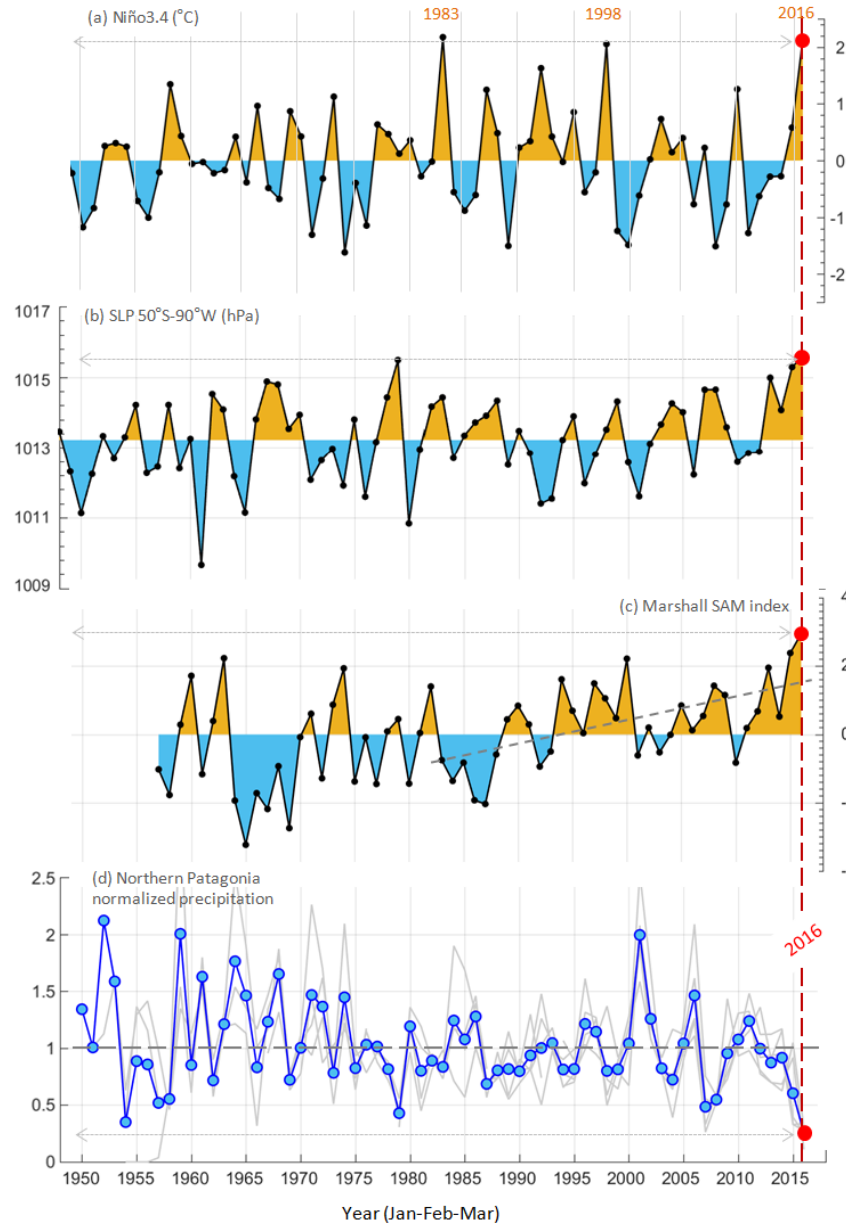
(b) Precipitation (CMAP)



(d) SLP (AMIP ensemble mean)



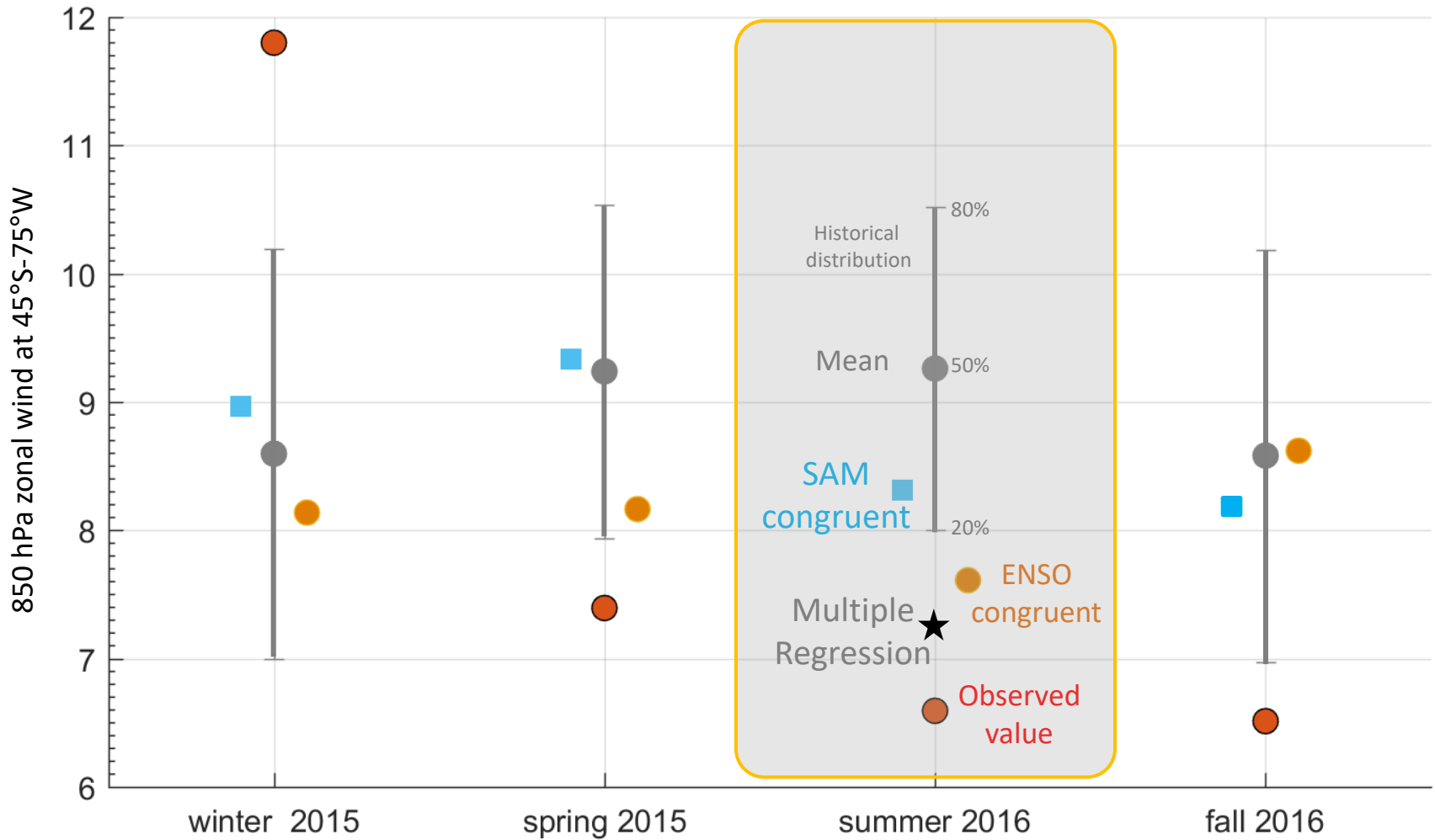
Large Scale conditions – JFM 2016



El Niño!

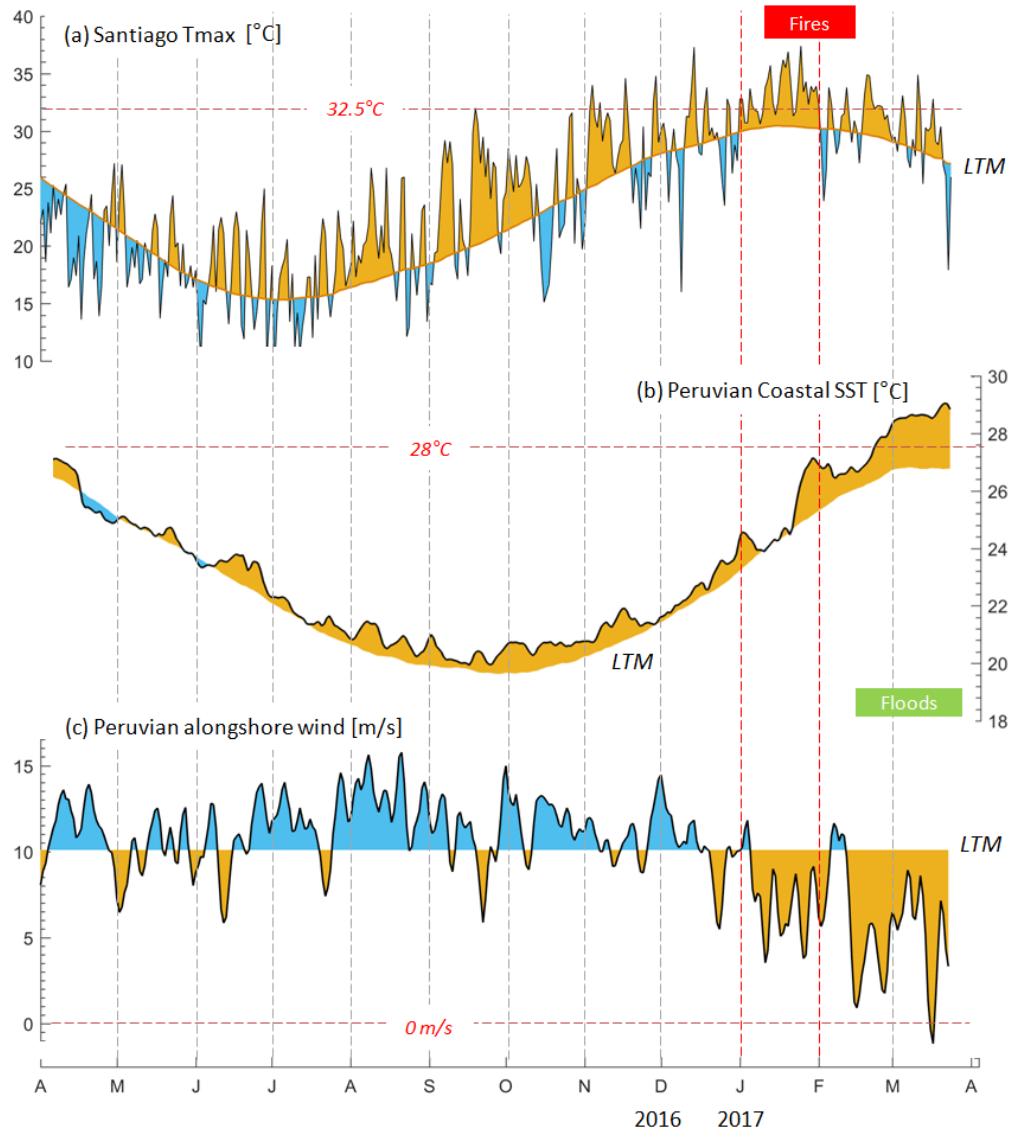
SAM!

El terrible 2016 (JFM)



$$U^* = \alpha \times \text{Nino3.4} + \beta \times \text{SAM} + \varphi$$

El ardiente verano 2017



El ardiente verano 2017

Anomalías Tx Enero 2017

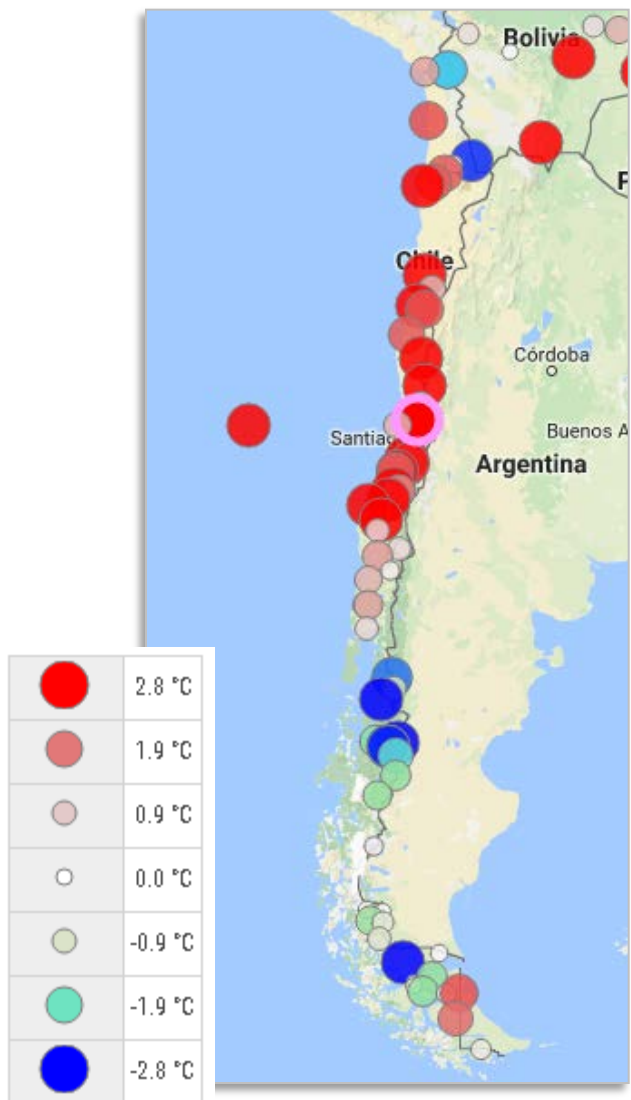


Imagen MODIS Visible 27-01-2017



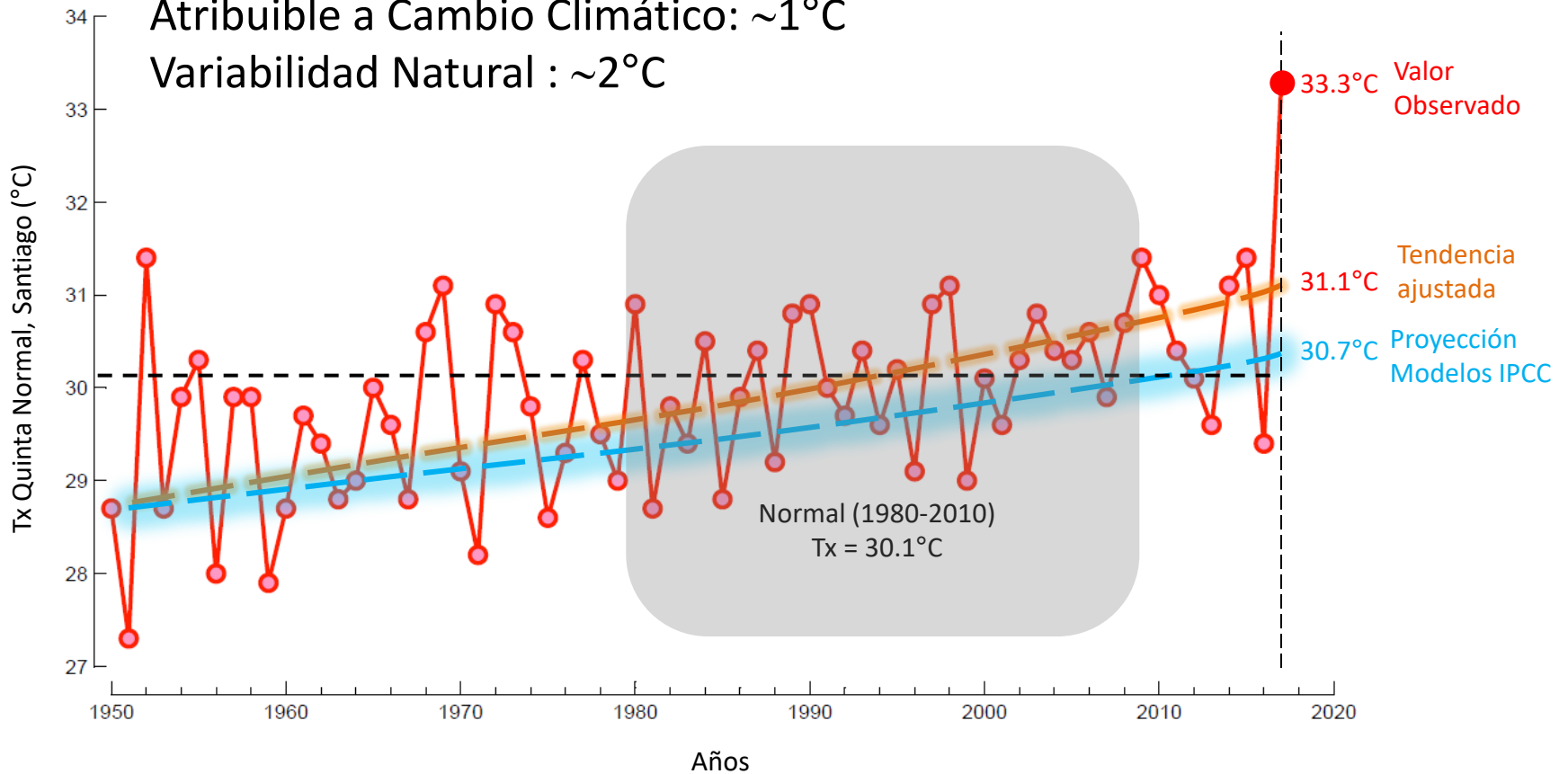
El ardiente verano 2017

TMax Stgo. Enero 2017: 33.1°C

Aumento por encima de la normal: +3°C

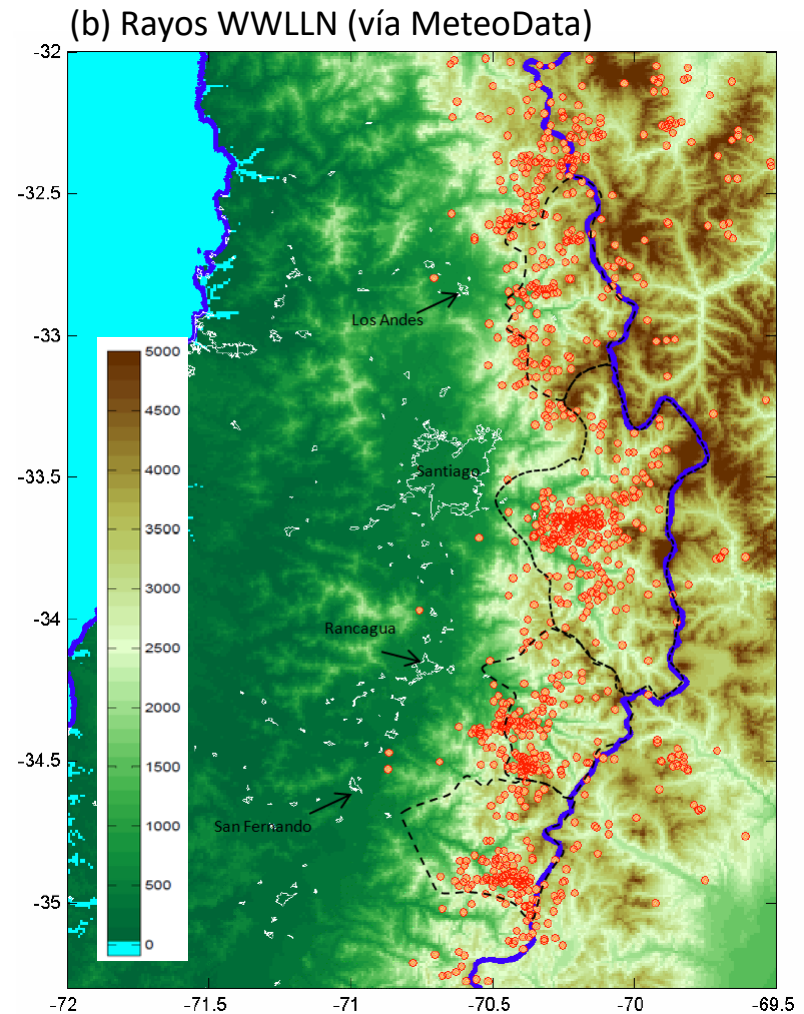
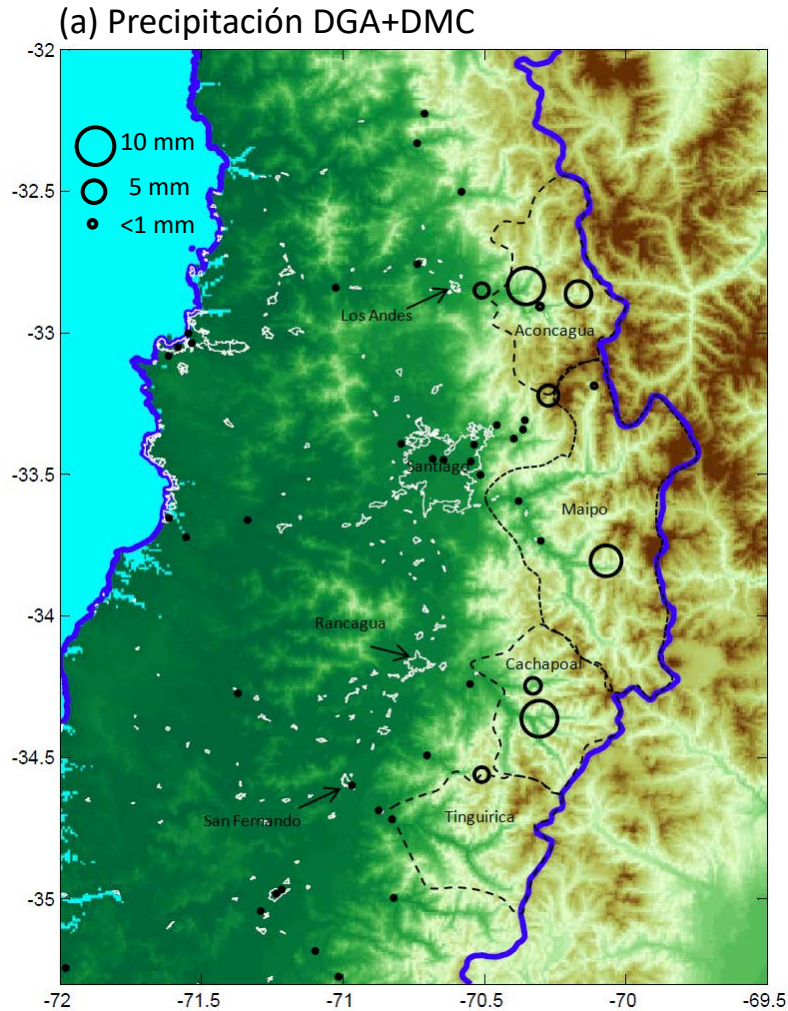
Atribuible a Cambio Climático: ~1°C

Variabilidad Natural : ~2°C



El ardiente verano 2017

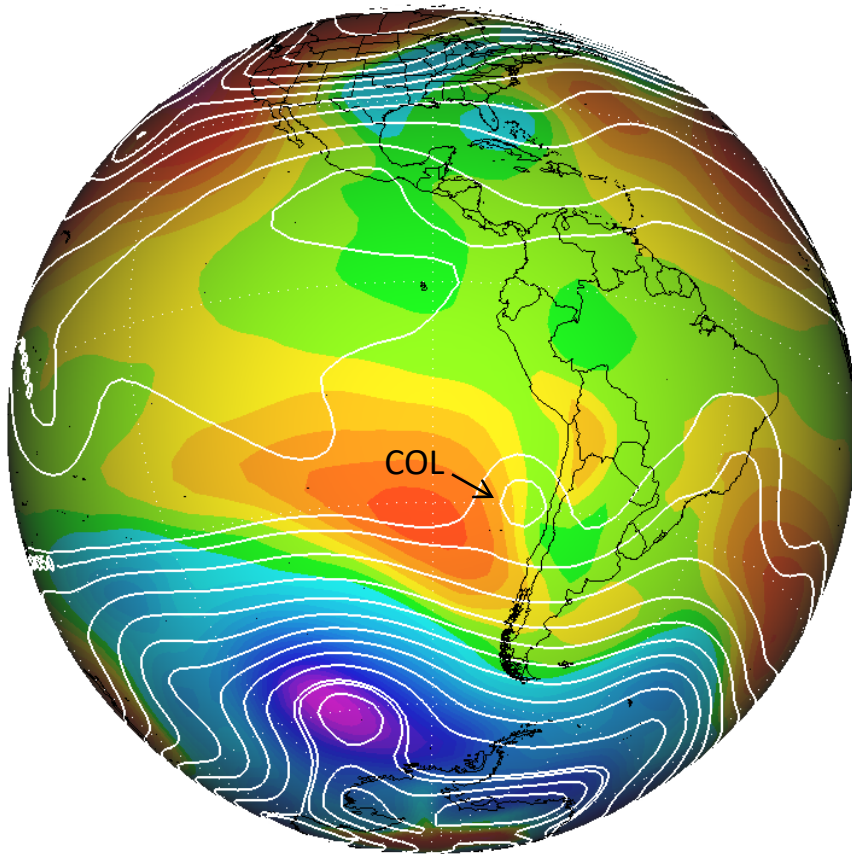
Precipitación y actividad eléctrica 26-Febrero



El ardiente verano 2017

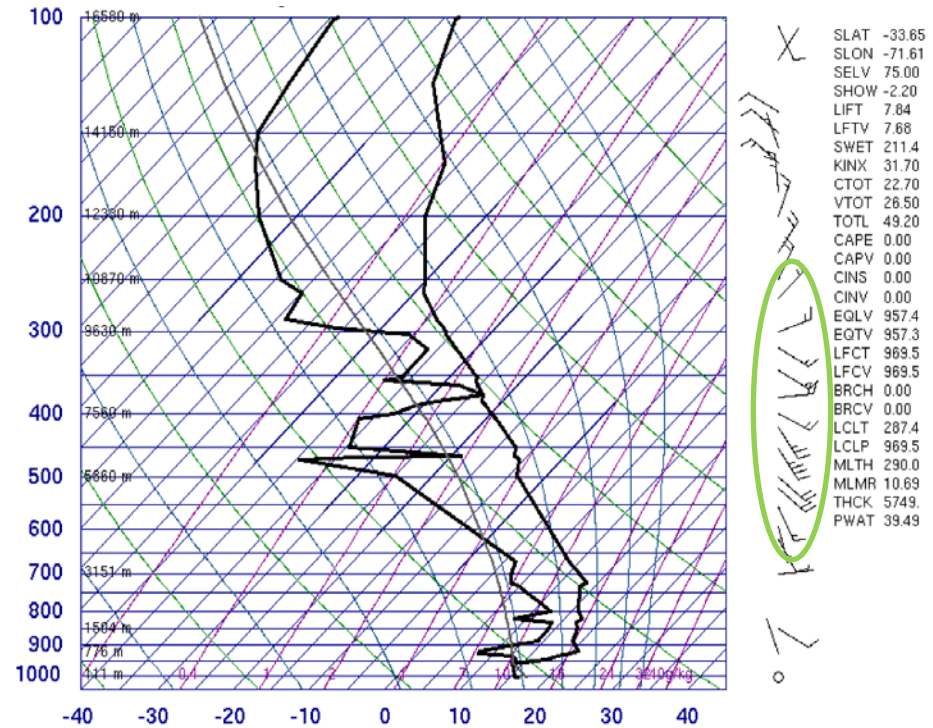
Aluviones cordillera de Chile central 25-27 Febrero

(a) Z300 y PNM

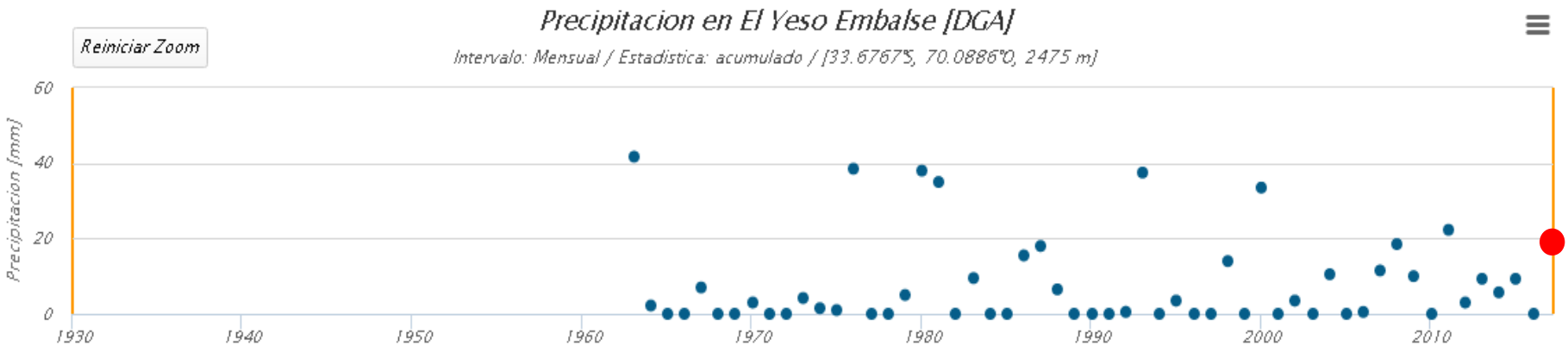


965 hPa 1035

(b) Radiosondeo Santo Domingo



El ardiente verano 2017

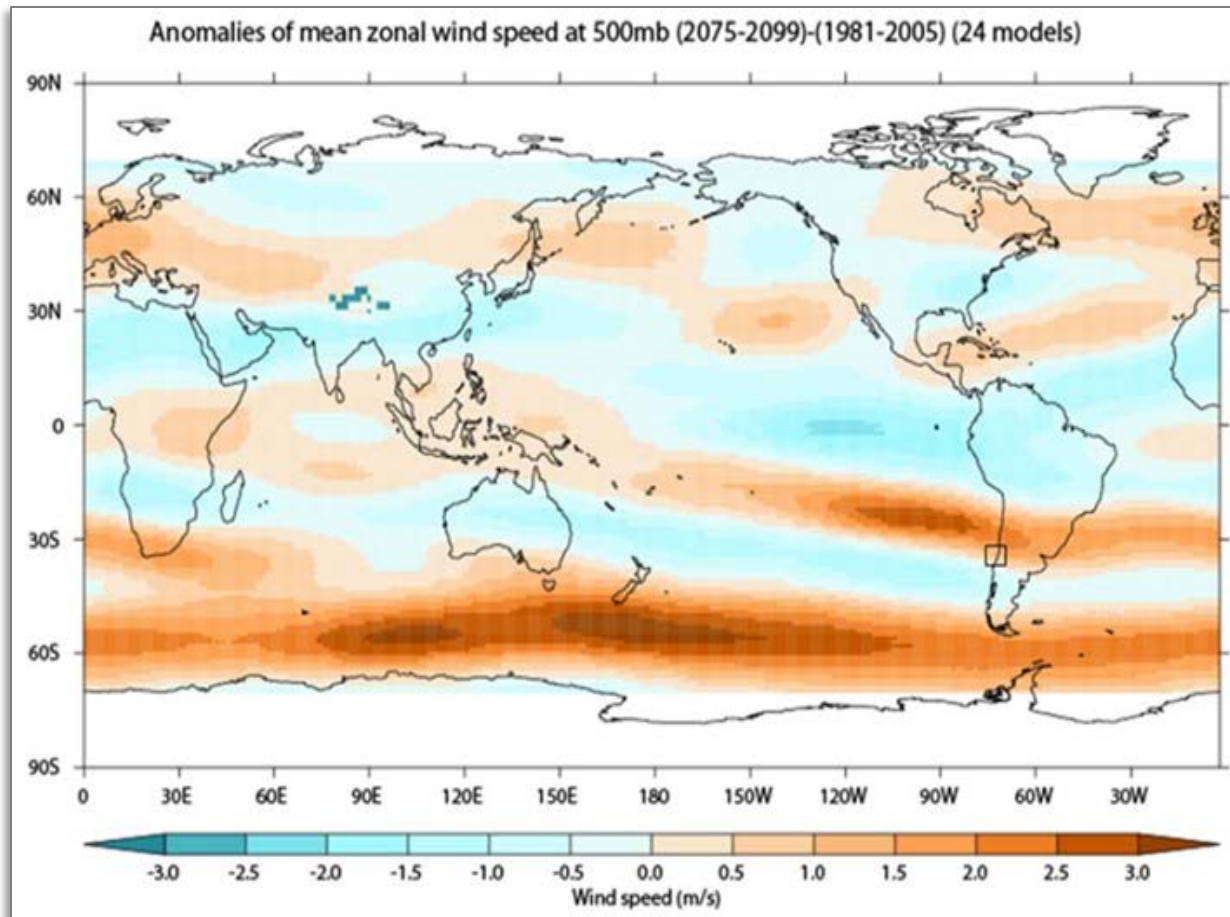


* La serie de tiempo no permite inferir una tendencia en la precipitación estival.

* El registro instrumental **no es apropiado** para detectar tormentas convectivas de verano.

El ardiente verano 2017

Debido a su asociación con viento del Este, una aproximación a sus variaciones en el futuro se obtiene analizando la componente zonal del viento...la que exhibe muy poca variación en esta región



Conclusiones I

- Eventos extremos ocurren por una combinación de variabilidad climática, cambio climático y meteorología sinóptica
- Tendencias de extremos en Chile no siempre siguen tendencias globales
- **Para enfrentar lo peor necesitamos lo mejor!**
(debemos mantener e incrementar nuestra capacidad de seguimiento ambiental y pronósticos meteorológicos)

Conclusiones II

- Las anomalías de circulación producto del cambio climático han **contribuido** a la ocurrencia de **sequias** y **olas de calor** en Chile.
- Lo anterior implica un posible aumento de estos eventos en el futuro (**suponiendo que ENOS mantiene variabilidad actual**).
- No ocurre lo mismo con las **tormentas de verano**
- Otros eventos extremos (como las **tormentas de invierno**) deben ser analizadas específicamente.