

Atmósfera, Tiempo y Clima

René D. Garreaud

Departamento de Geofísica, Universidad de Chile
Center for Climate and Resilience Research, CR2

Septiembre 2018

Condiciones Atmosféricas



Hidrología



Oceanografía



Ecología

Condiciones Atmosféricas



Energía



Pesca y
Acuicultura



Silvo -
agricultura



Minería y
Construcción



Transporte y
Seguridad



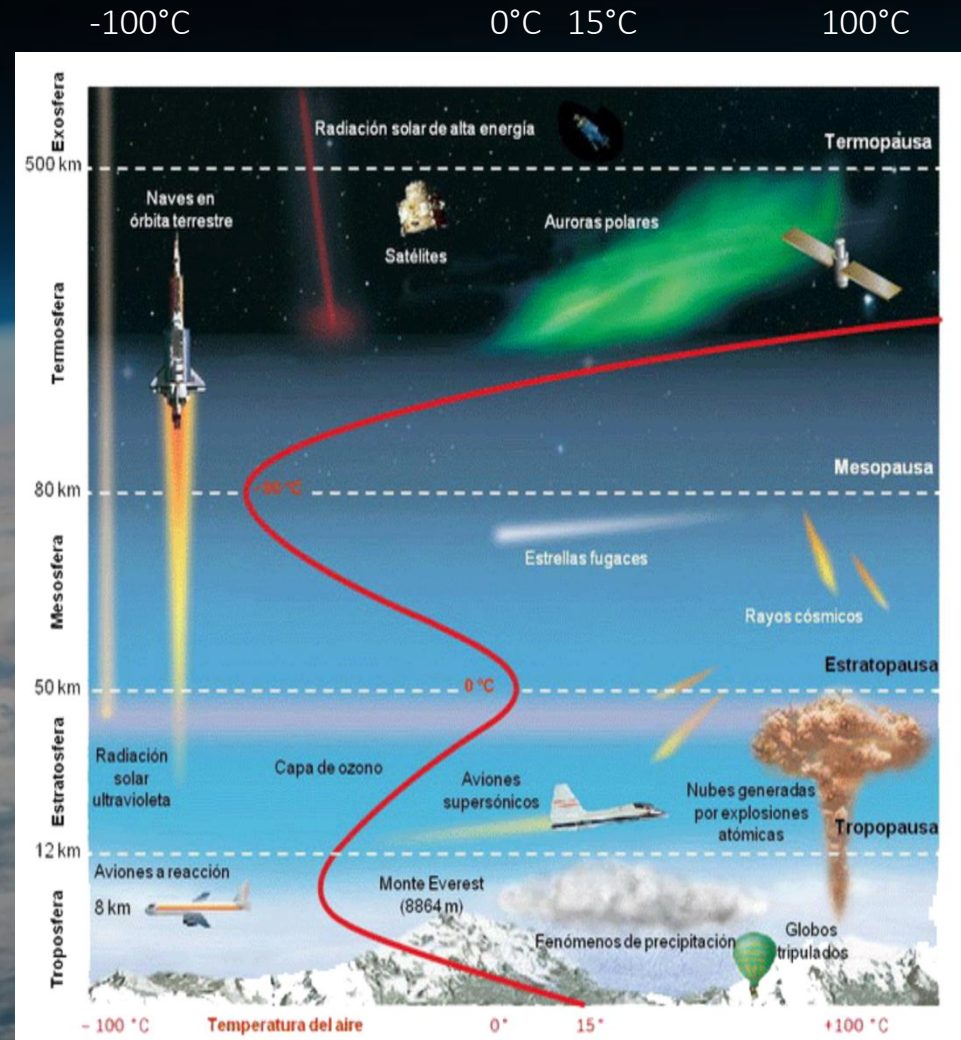
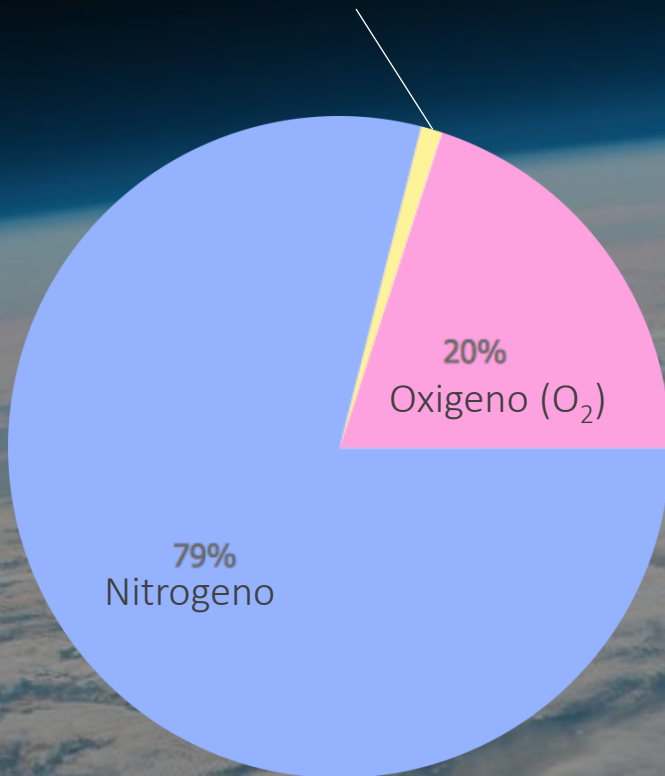
Turismo

Atmósfera, Tiempo y Clima

0. Nuestra actual atmósfera
1. Sistemas de Observación
2. Circulación General de la Atmósfera
3. Sistemas del tiempo (frentes, ríos y bajas)
4. Pronóstico del tiempo
5. Variabilidad climática (ENOS)

Nuestra Atmósfera (actual)

Otros gases (1%): Vapor de agua, ozono (O_3), CO_2 , Argon, Helio, Hidrogeno



99%
90%

Radio Terrestre: 6400 km. Altura de la atmosfera ~ 60 km

Estación meteorológica convencional



Cobertizo
Meteorológico



Cobertizo meteorológico:

Mediciones una vez al día o cada 6 horas

Termómetro (Hg) normal y max/min

Termómetro de bulbo húmedo/seco (q)

Higrómetro de cabello (HR)

Barómetro (presión)

Pluviómetro

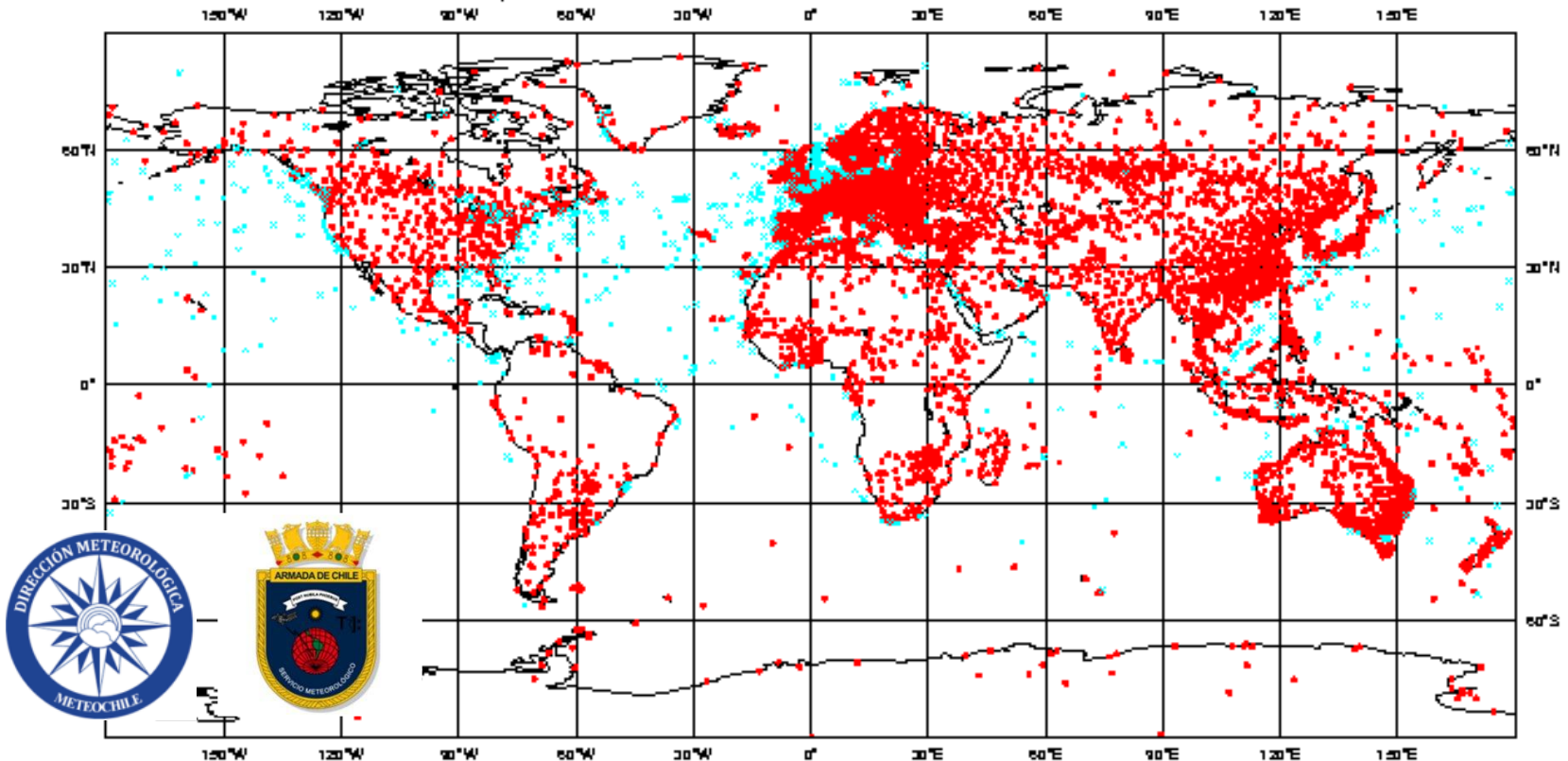
Anemómetro-veleta

Heliógrafo (horas de sol)

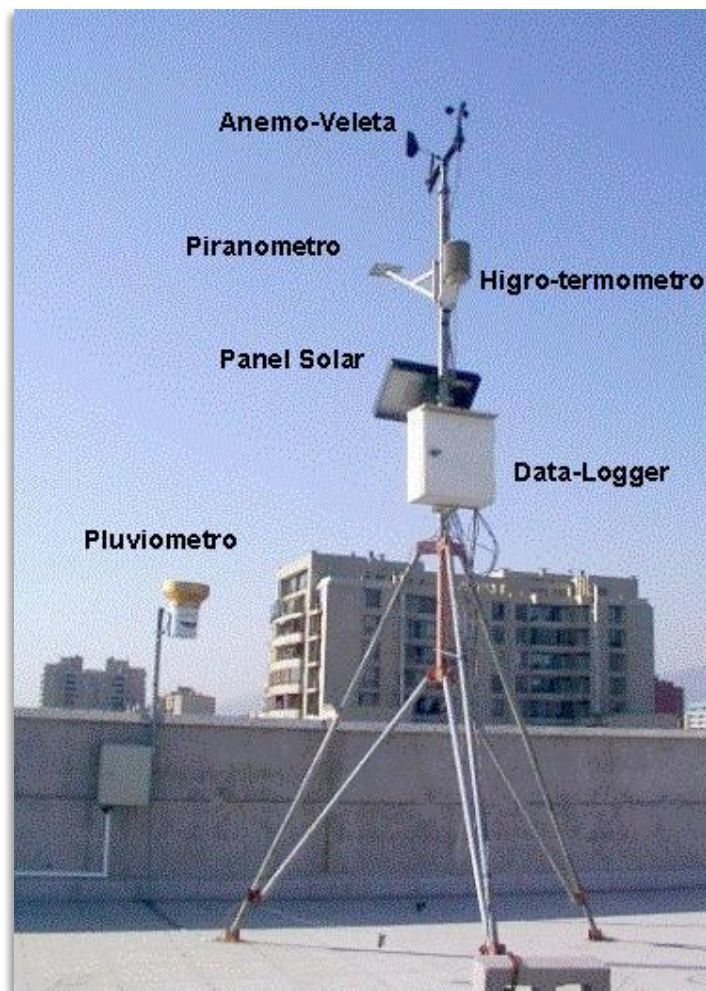
Red de estaciones Sinópticas en Superficie (tierra + océanos)

Observaciones met. cada 6 horas (UTC): 0, 6, 12, 18
(Chile HL=UTC-4)

Total number of obs = 13121



Estación meteorológica automática



- Mediciones más frecuentes (1h, 1min, 1seg, etc...)
- Monitoreo en tiempo real / remoto / continuo
- Post-procesamiento de la información (alertas)

Termómetro e higrómetro

Piranómetro (Rad. Solar / neta)

Pluviómetro

Anemómetro-veleta

Otros sensores

Datalogger – modulo memoria

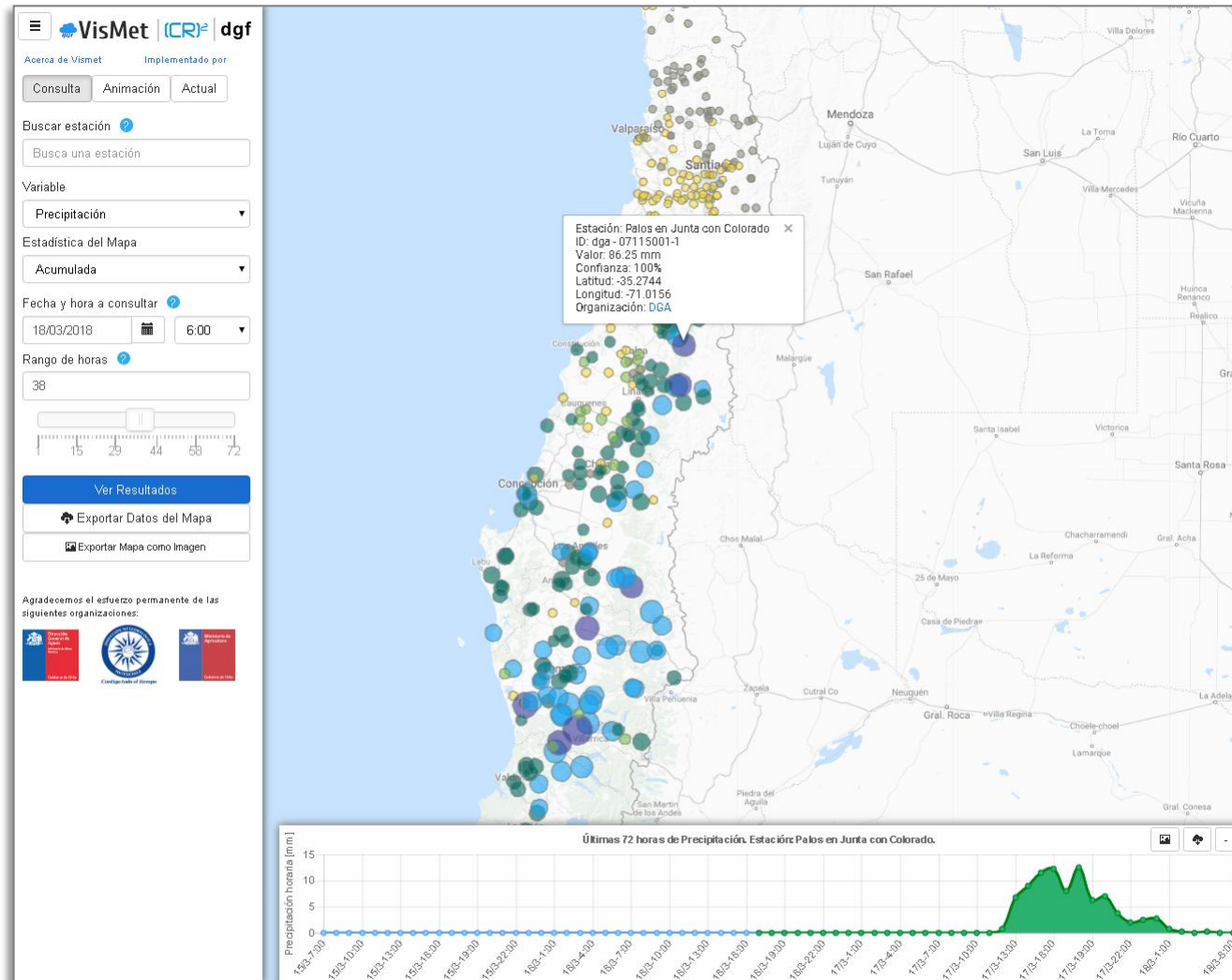
Sistema de transmisión (tel., radio, sat)

Muchas instituciones poseen EMAS para sus propósitos específicos....(e.g., calidad del aire, seguridad vial, etc.)

Visualizador Meteorológico CR2 (VisMet)

<http://vismet.cr2.cl>

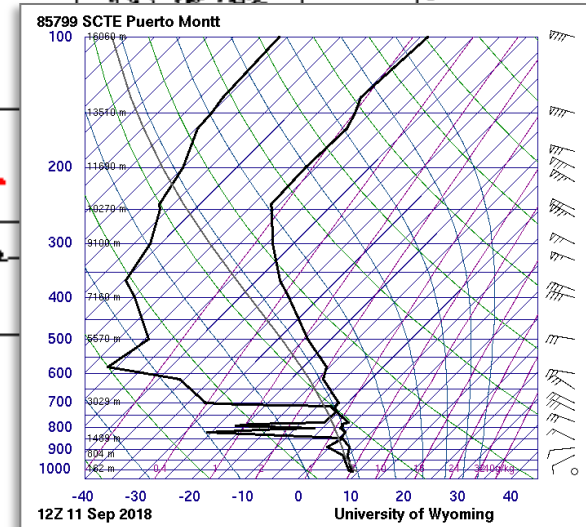
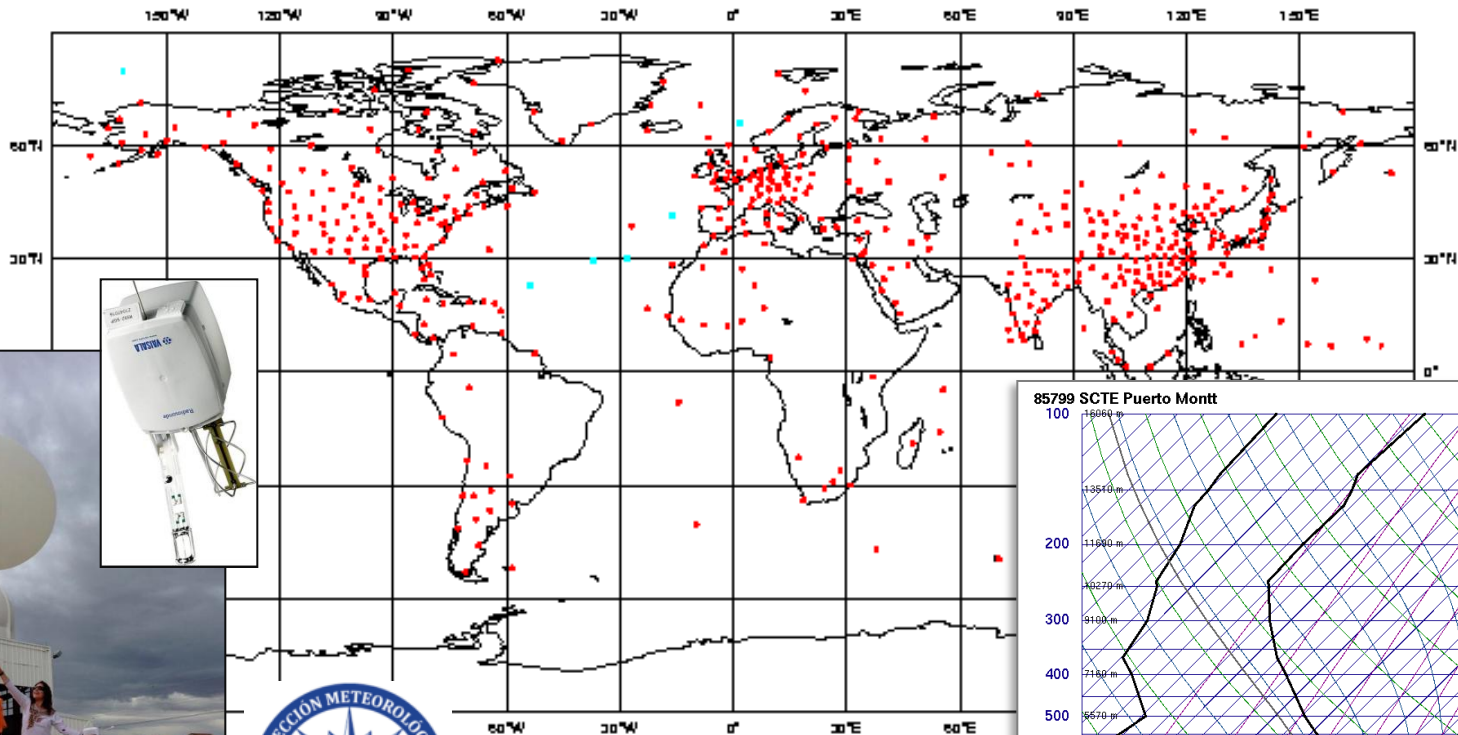
Incorpora estaciones DMC, DGA, AgroMet



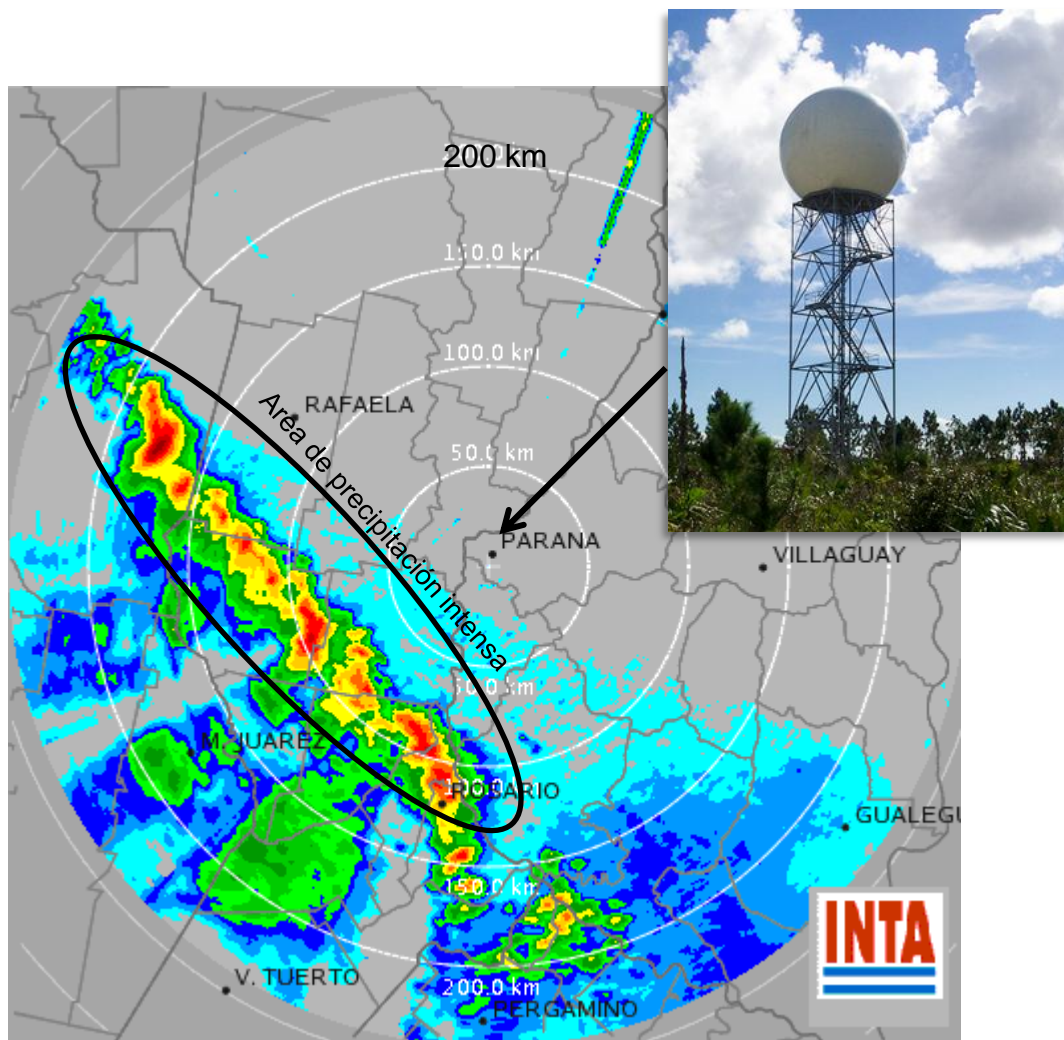
Red de Radiosondas (OMM, GTS)

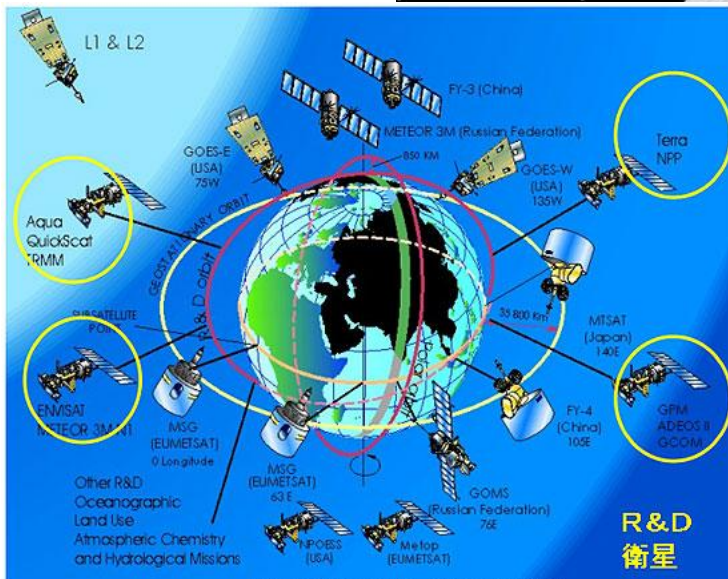
Perfiles verticales (hasta unos 20 km de altura) de Temperatura, Humedad, viento, presión. Lanzamientos cada 12 / 24 hr @ 300 US\$/vuelo

Total number of obs = 511



Radares meteorológicos: emplean dispersión de ondas de radio por hidrometeoros y efecto doppler para determinar precipitación y viento. Muy usados pero caros (US\$ 1Mill)...no existen en Chile





Múltiples satélites ambientales, la mayoría de orbita polar (1 paso por día)

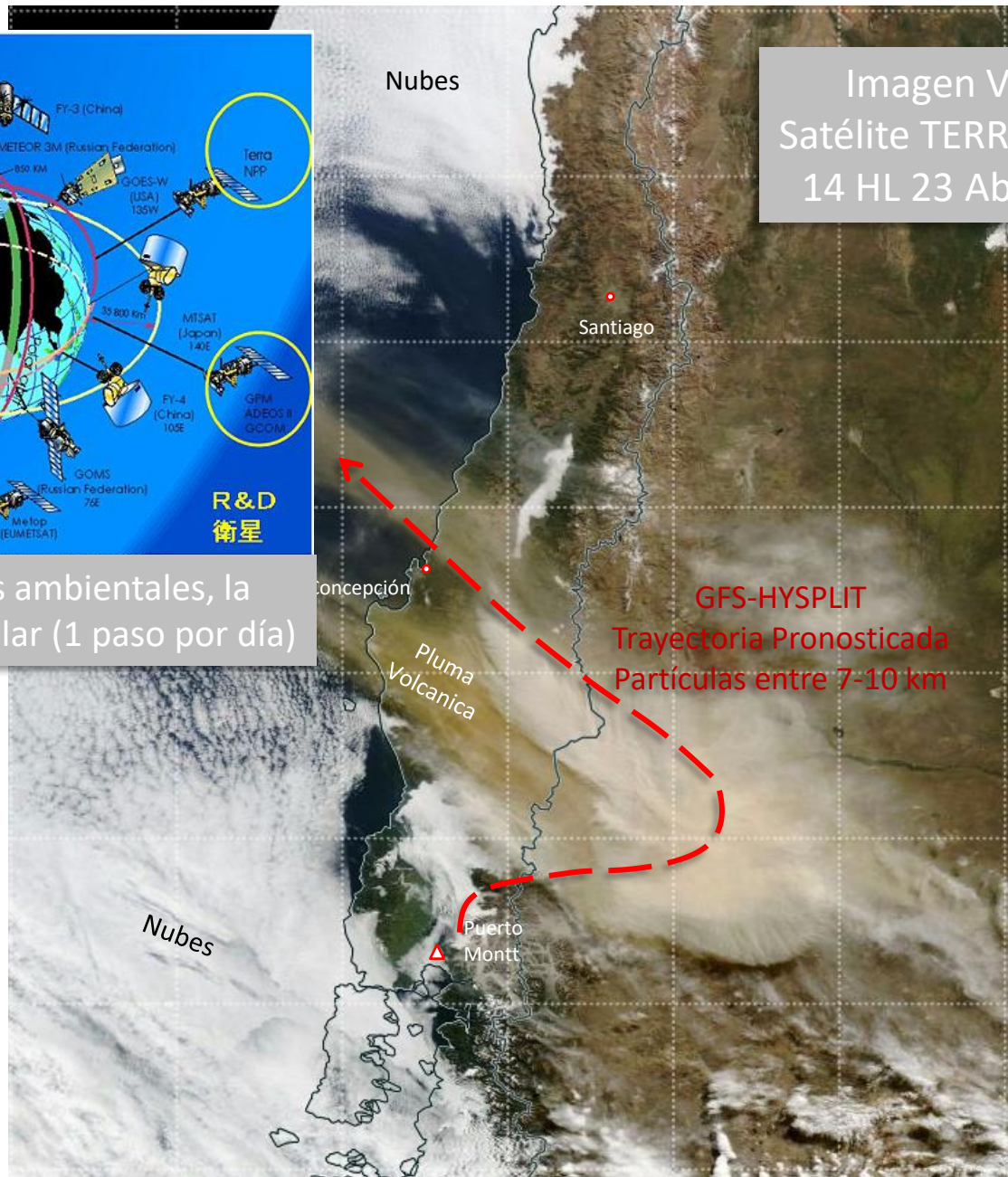
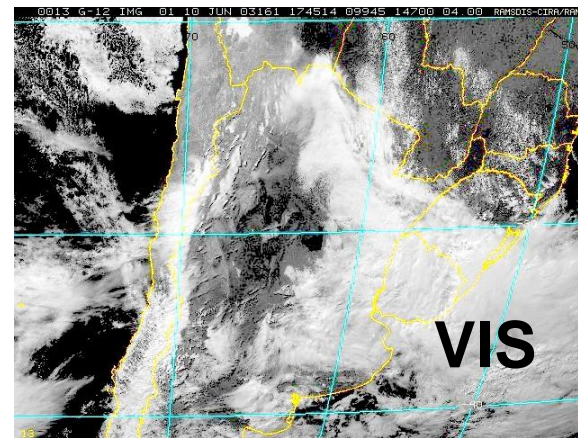
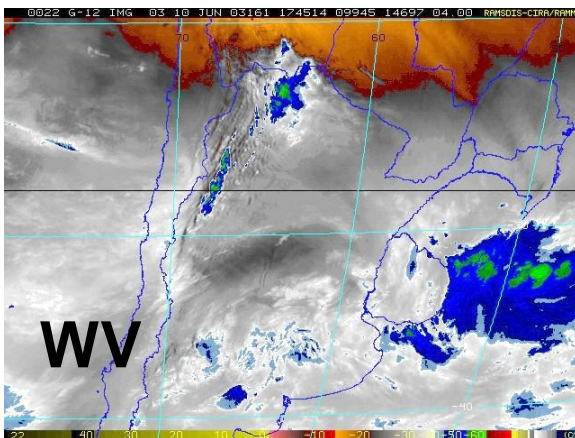
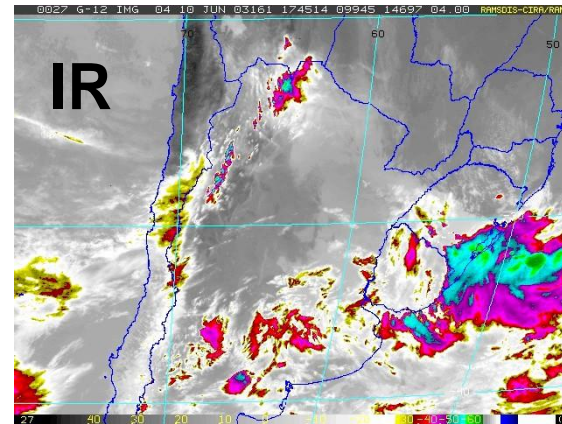
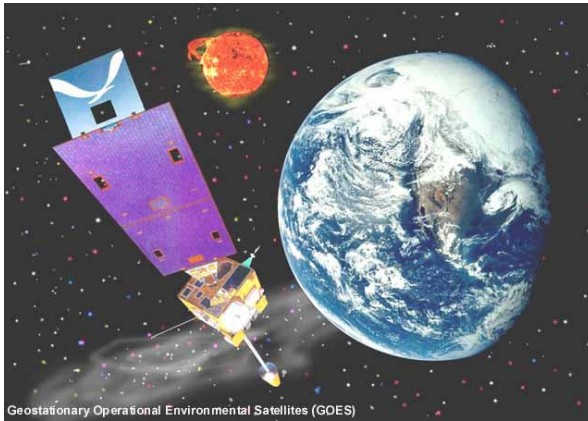


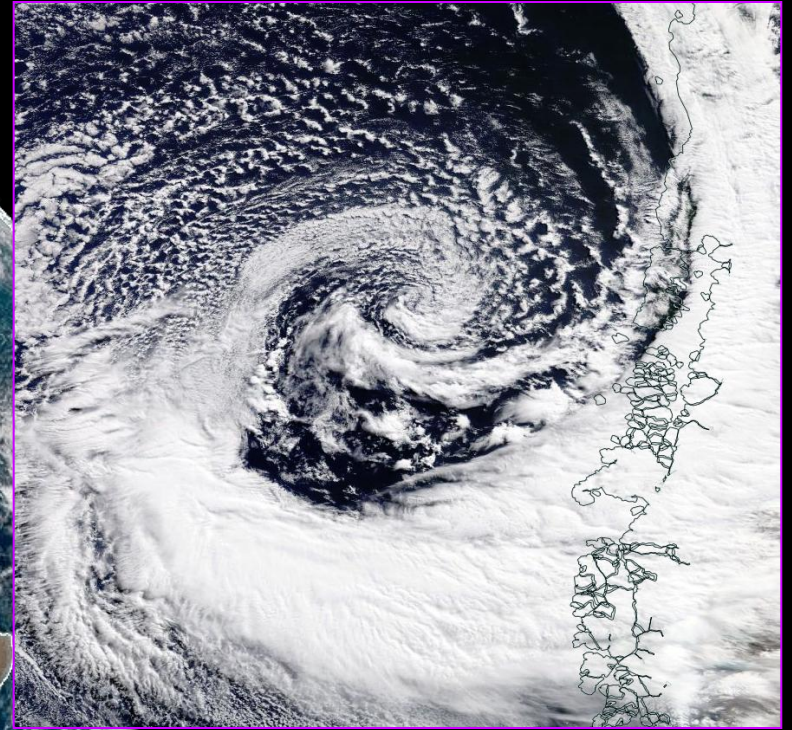
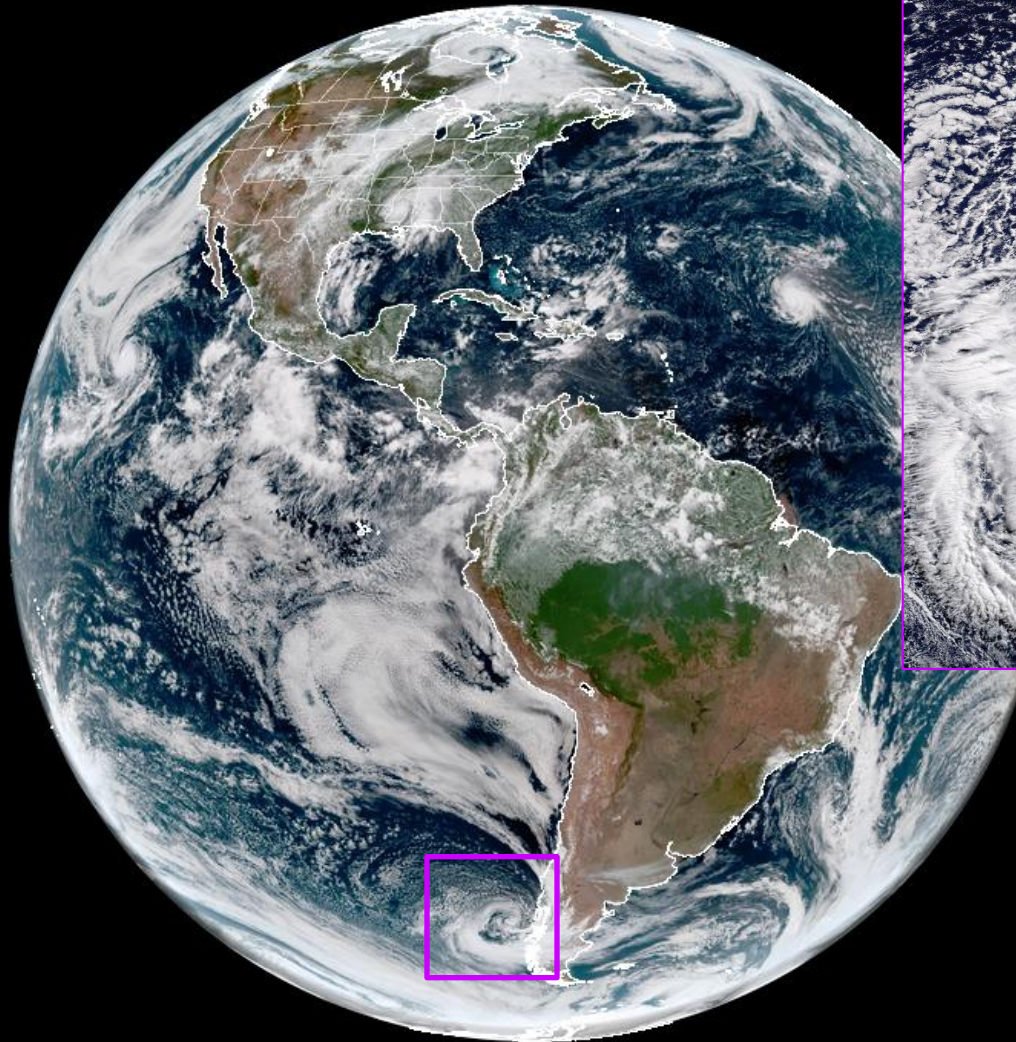
Imagen Visible
Satélite TERRA MODIS
14 HL 23 Abril 2015

GOES: Geostationary Environmental Satellite. NOAA-EEUU

Posee un radiómetro multicanal para obtener imágenes visibles, infrarrojas, vapor de agua, etc. Actualmente GOES-16 cada 15 min!



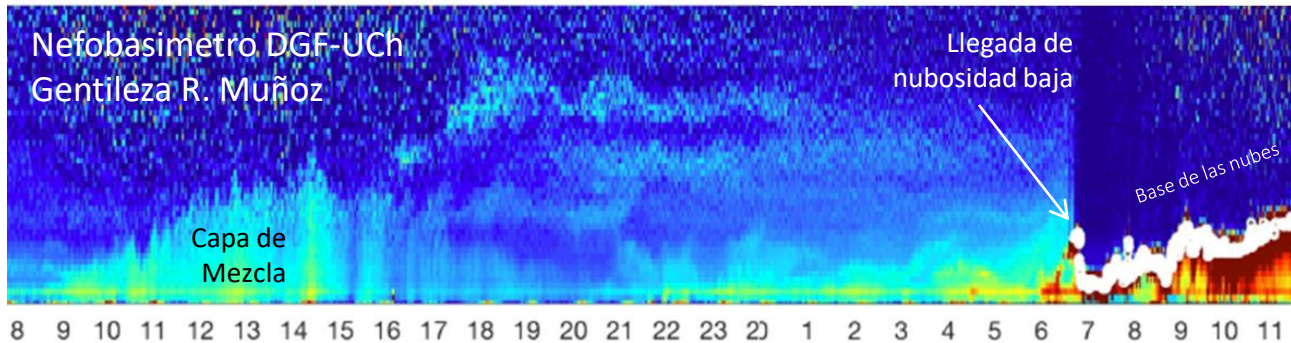
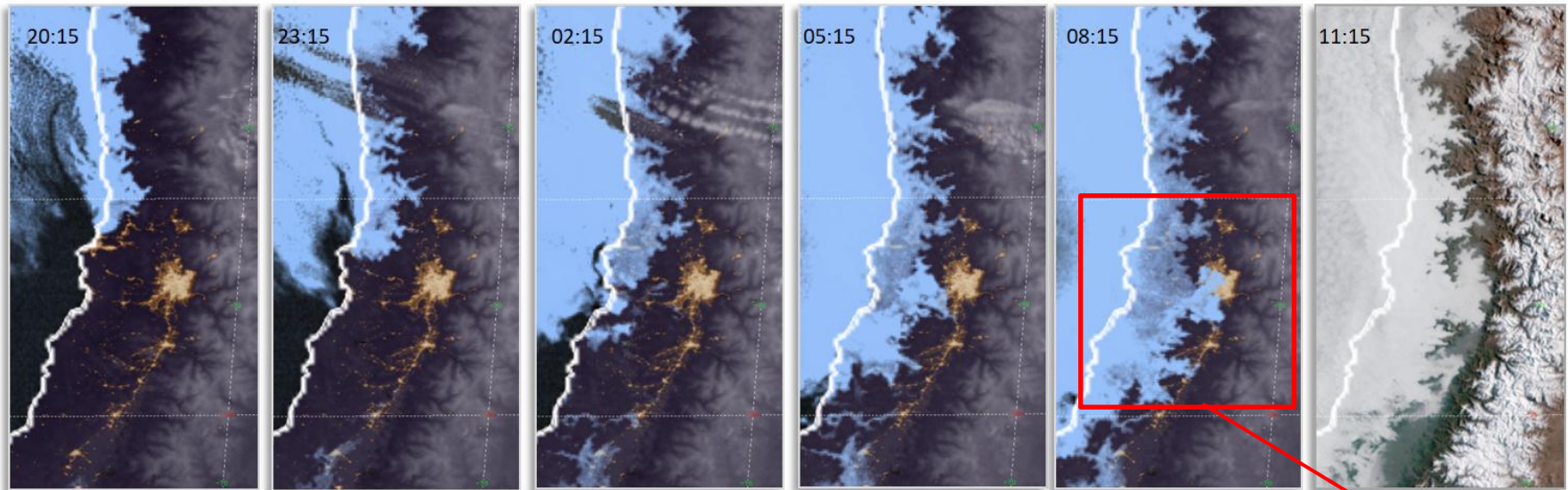
Gracias GOES-16
1 km – 15 min!



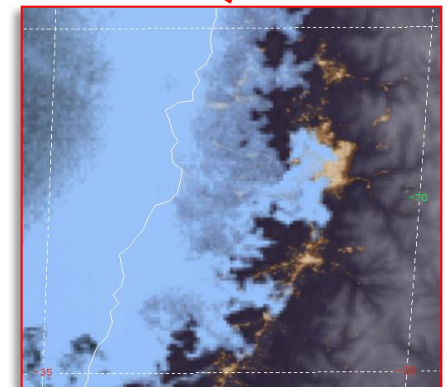
6-Sep-2018 – 12:45 HL

Noche del 01 – Madrugada del 02 Agosto 2018 ... GOES16

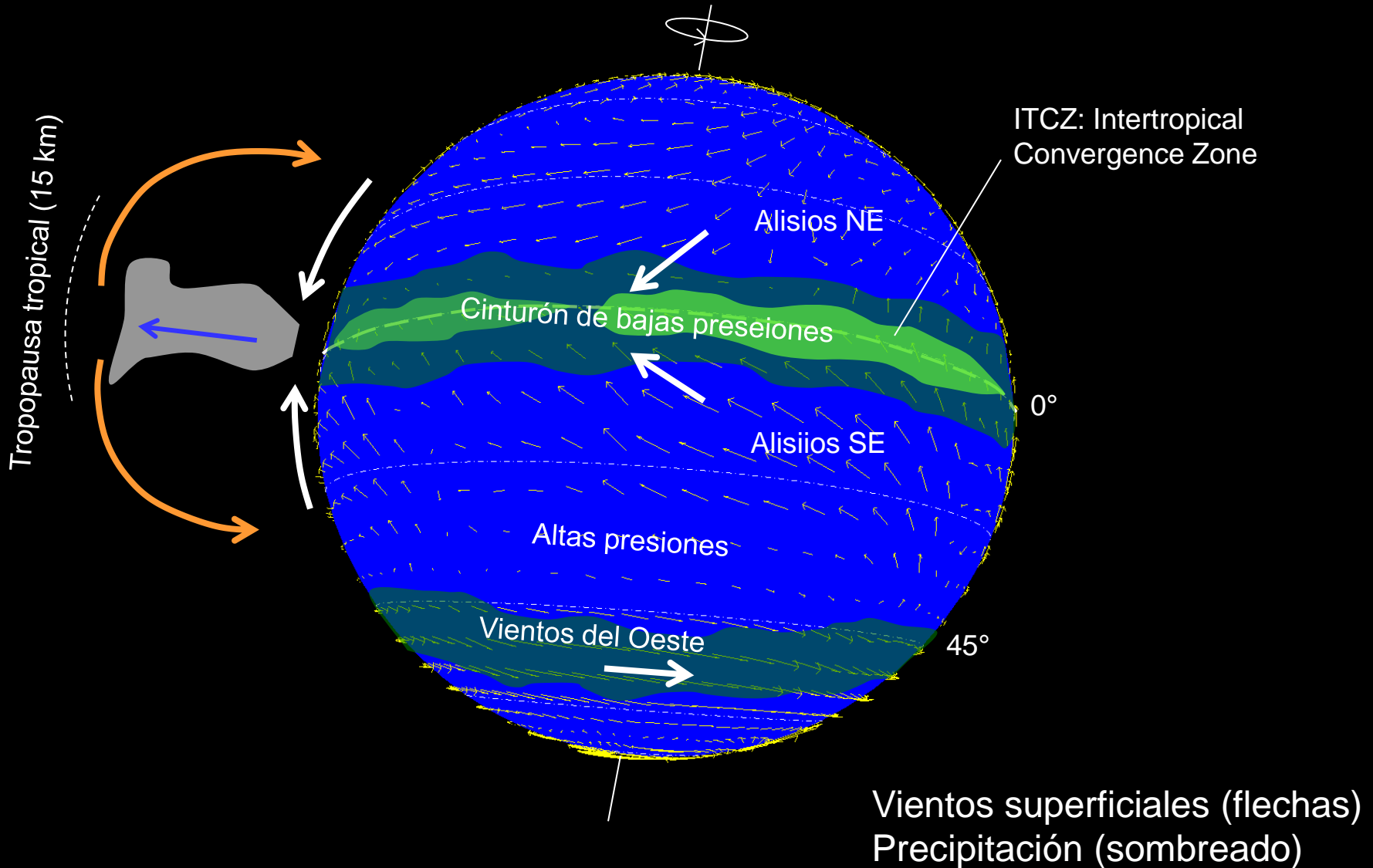
<http://rammb-slider.cira.colostate.edu/>



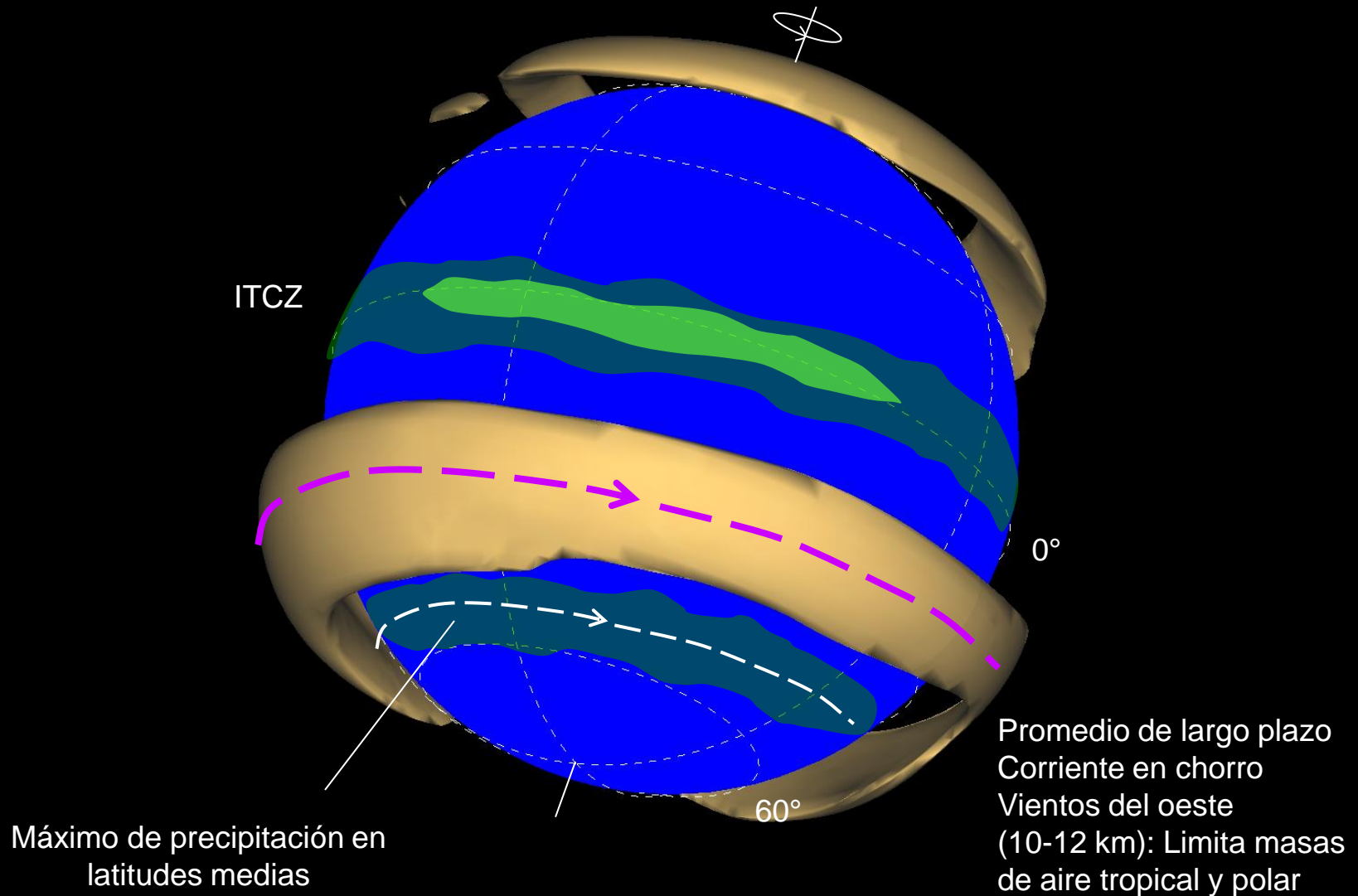
<http://dgf.uchile.cl/~rmunoz/ceilo/fignefoTechoDGFUltimos2Dias.jpg>



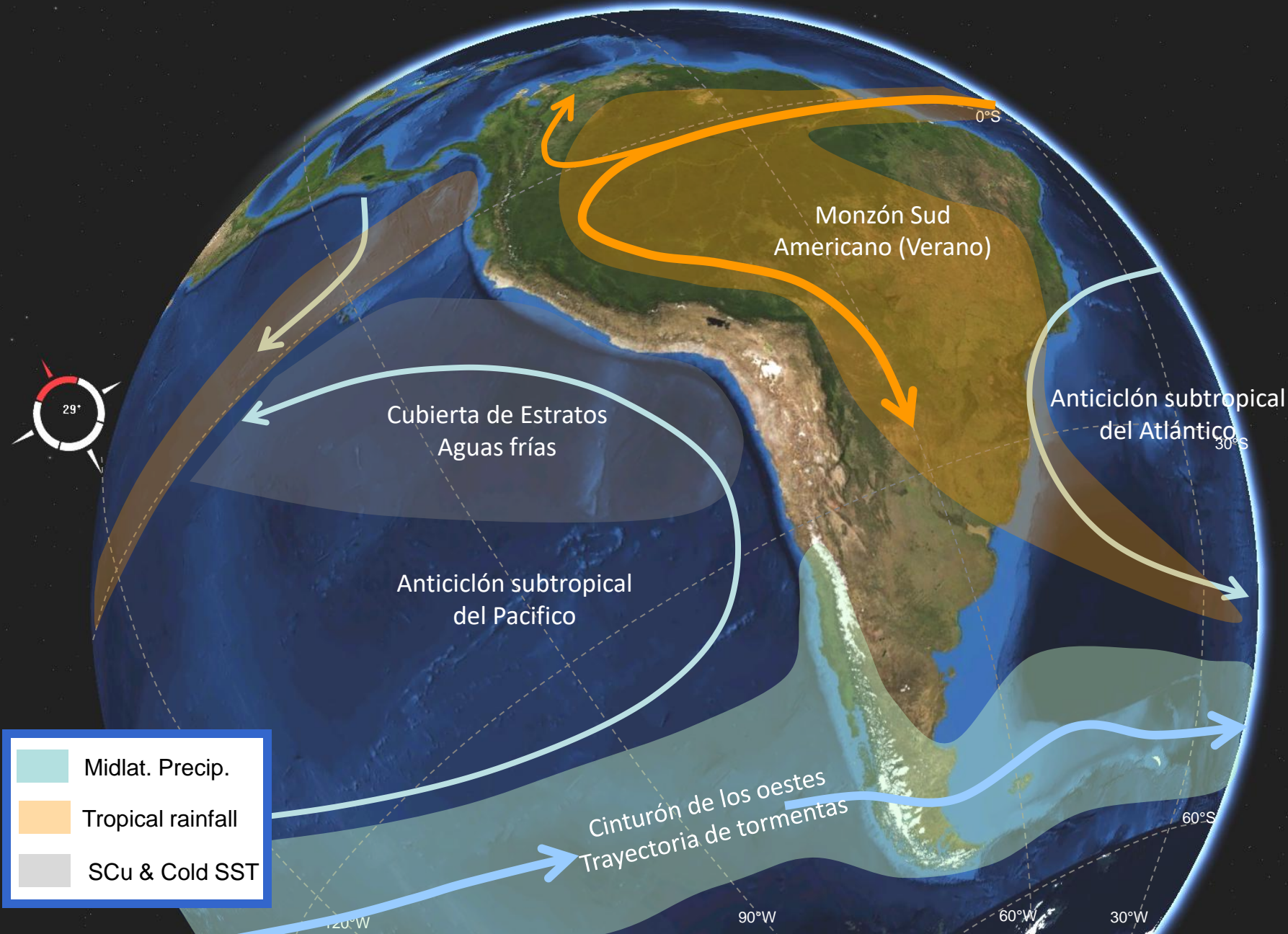
Circulación general en un planeta solo con océanos: Condición media



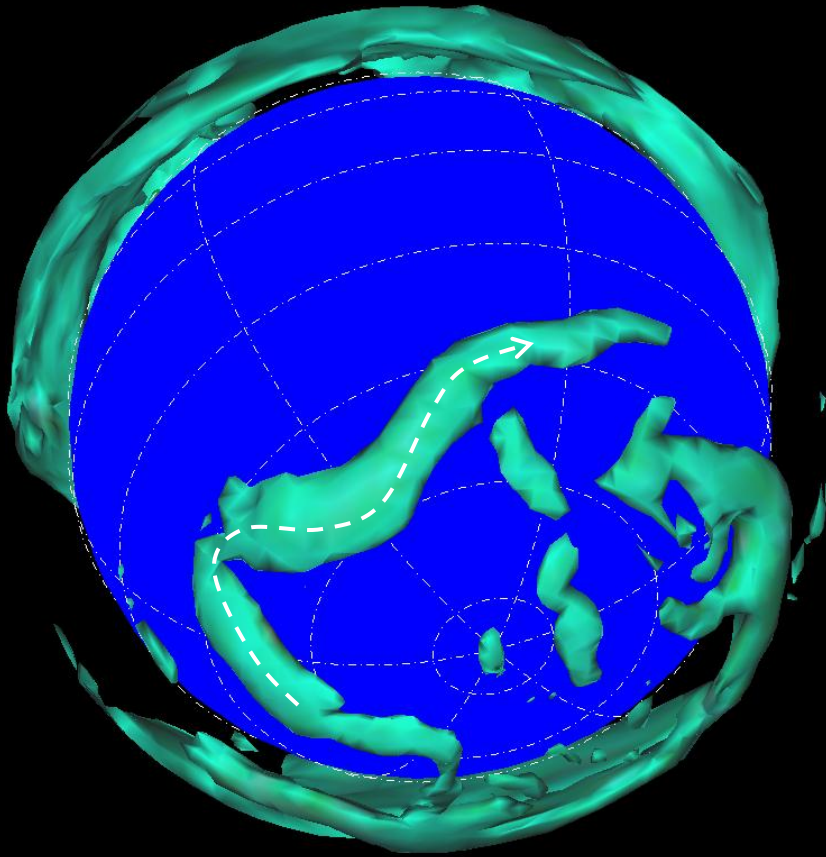
Circulación general en un planeta solo con océanos: Condición media



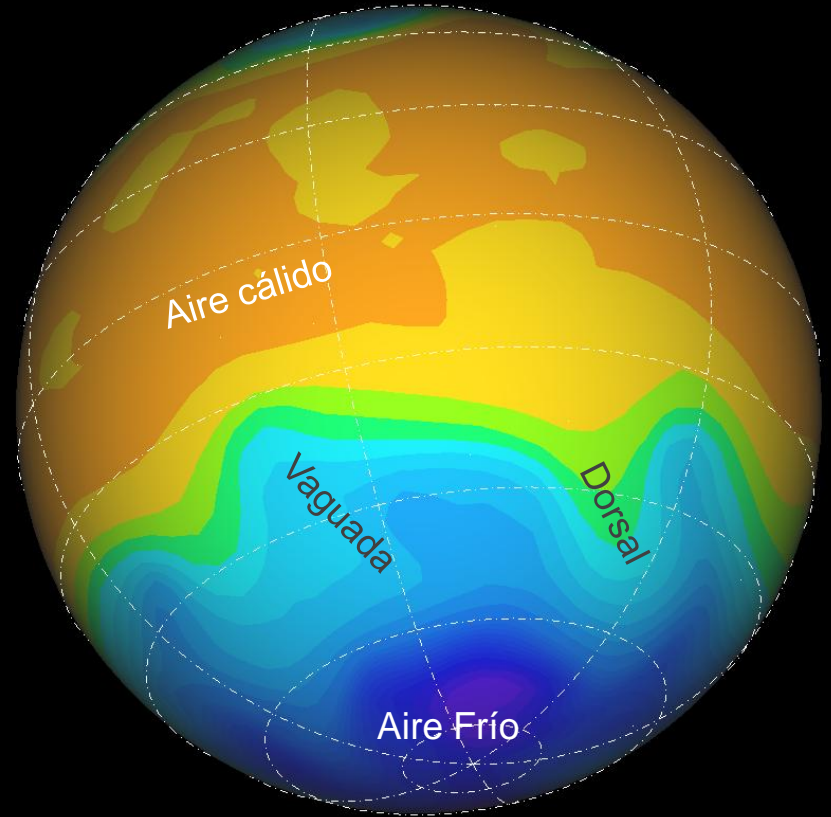
La Mirada Continental



Circulación general en un planeta solo con océanos: Condición diaria

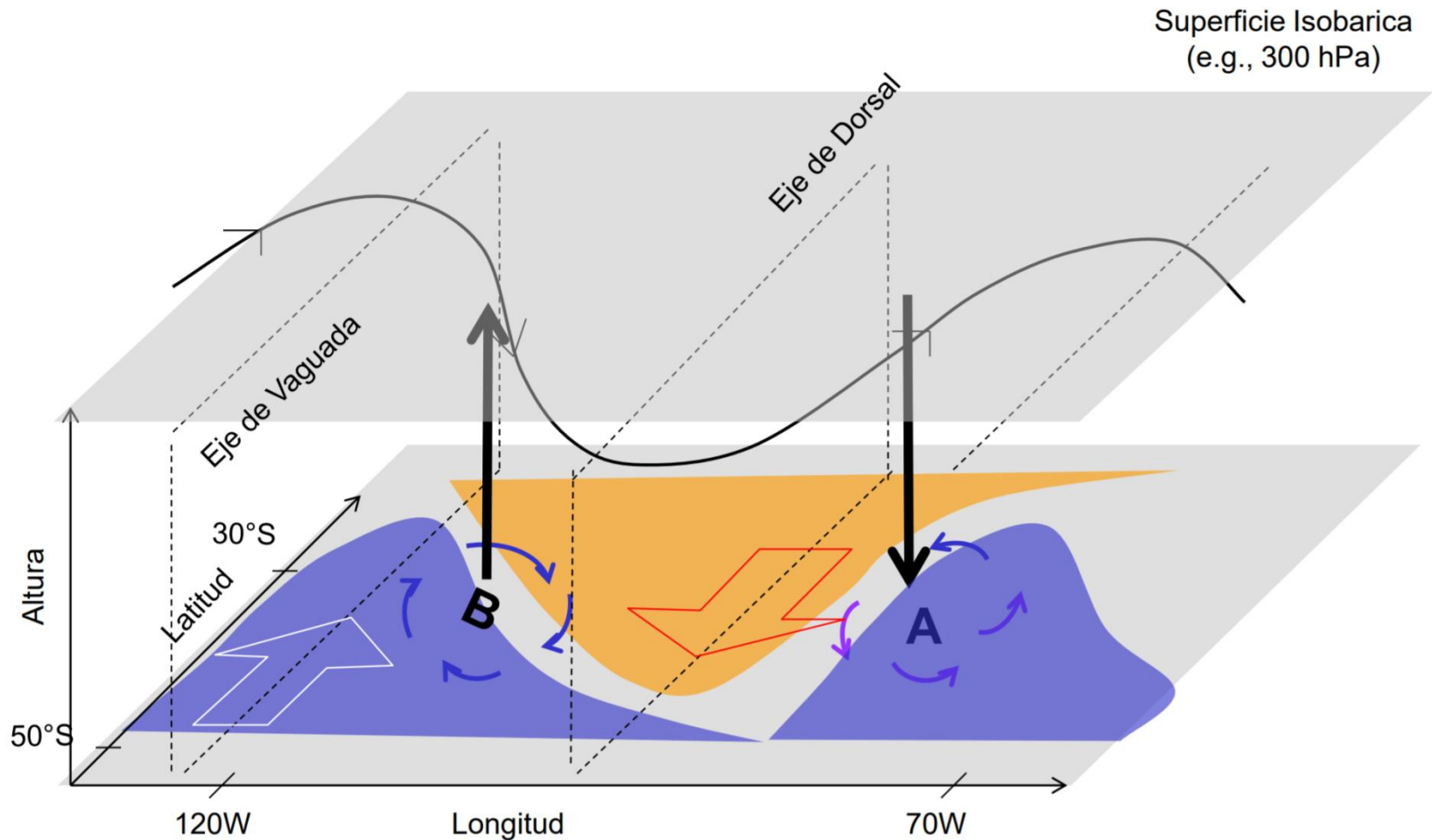


Condición diaria de la corriente en Chorro: Altamente inestable

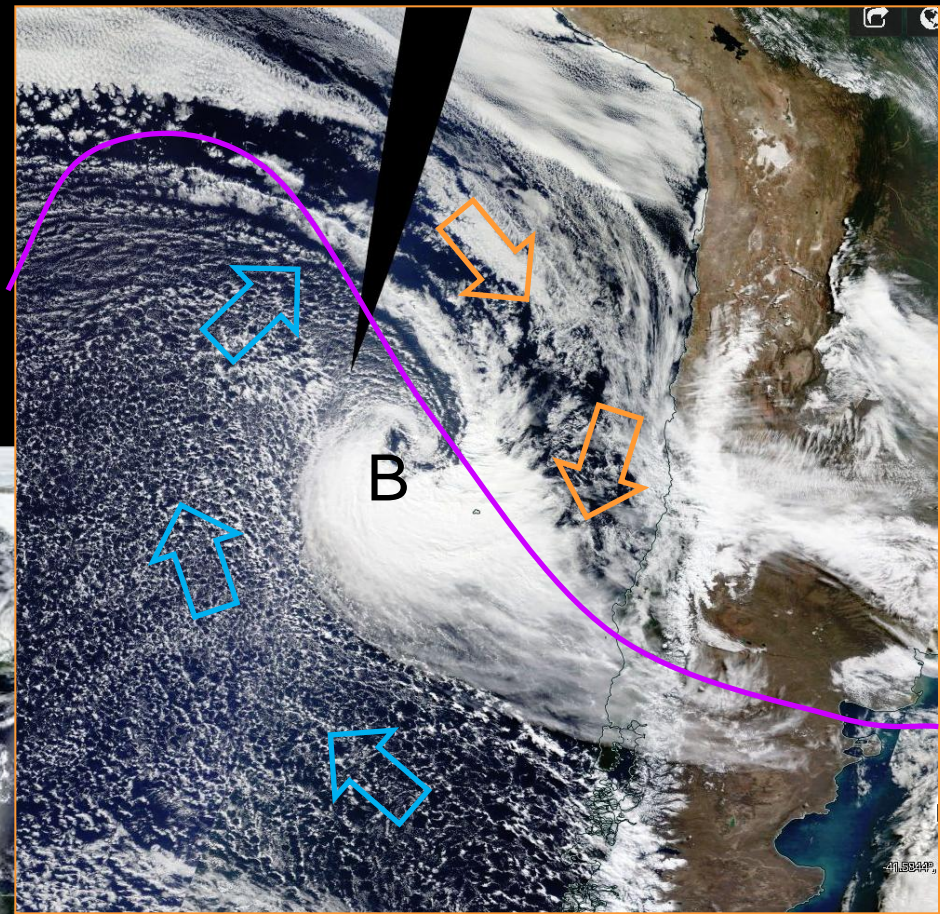
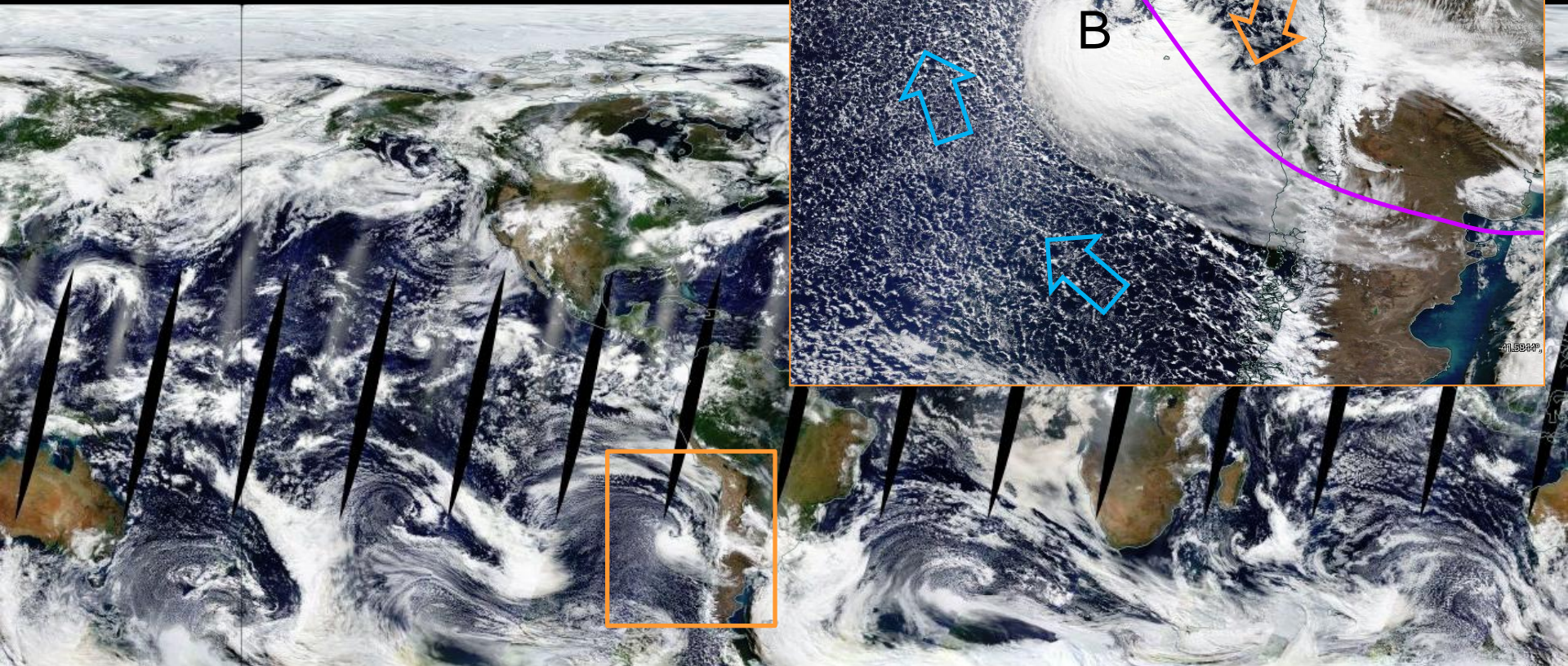


Altura geopotencial del nivel de 300 hPa: Vaguadas y Dorsales

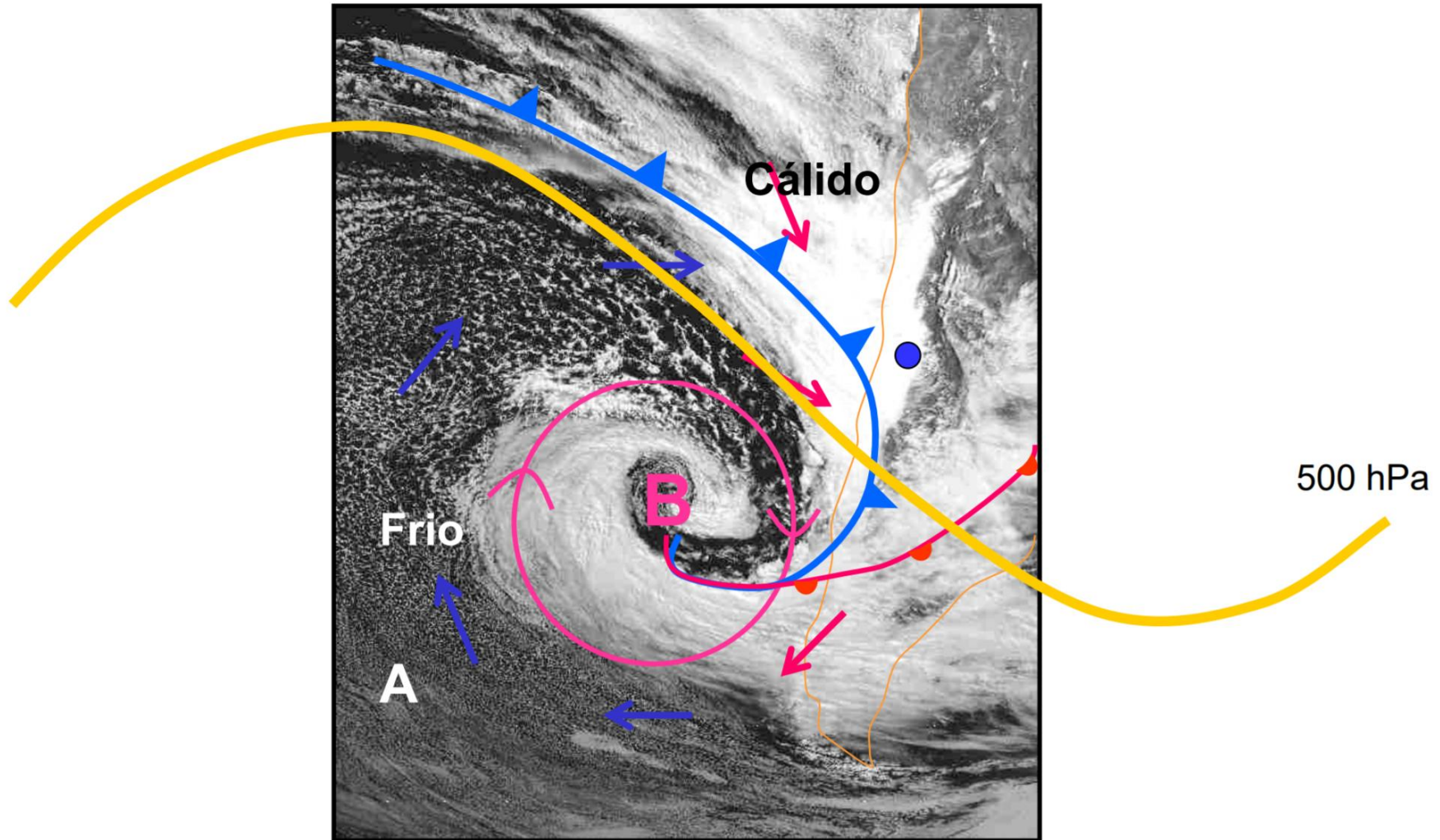
Onda en altura, bajas y altas en superficie, formación de frentes



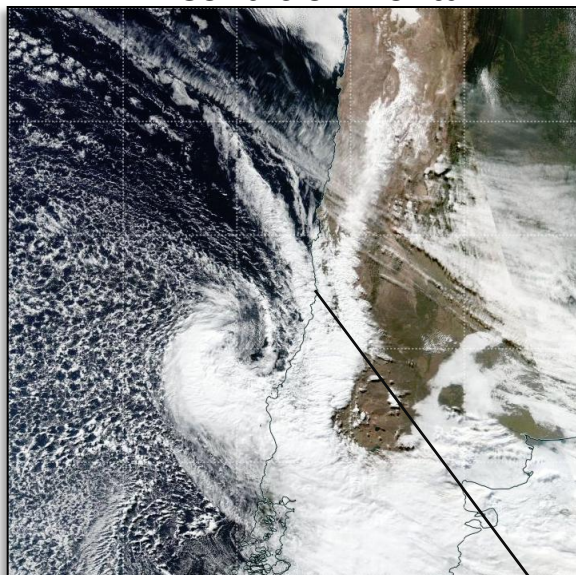
15 de Junio 2017



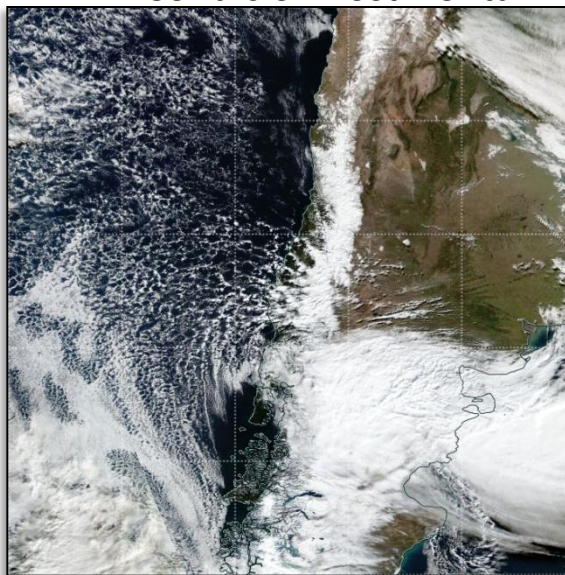
Ejemplo de una depresión en latitudes medias



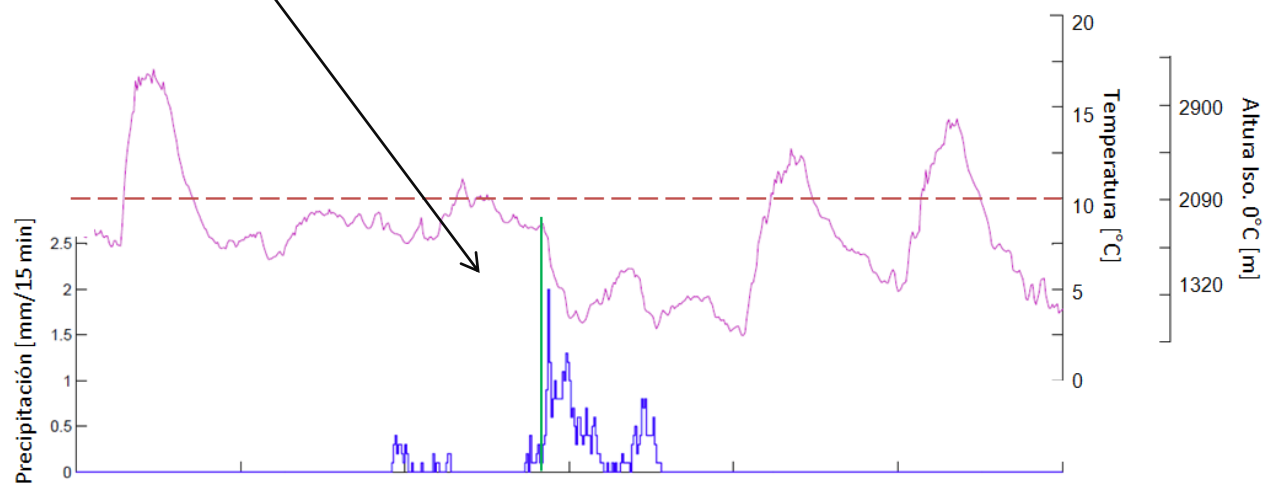
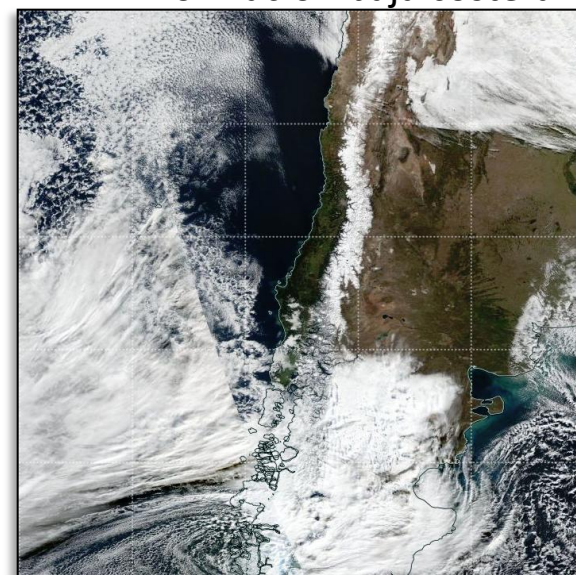
15 Junio 2017
Condición frontal



17 Junio 2017
Condición Post frontal



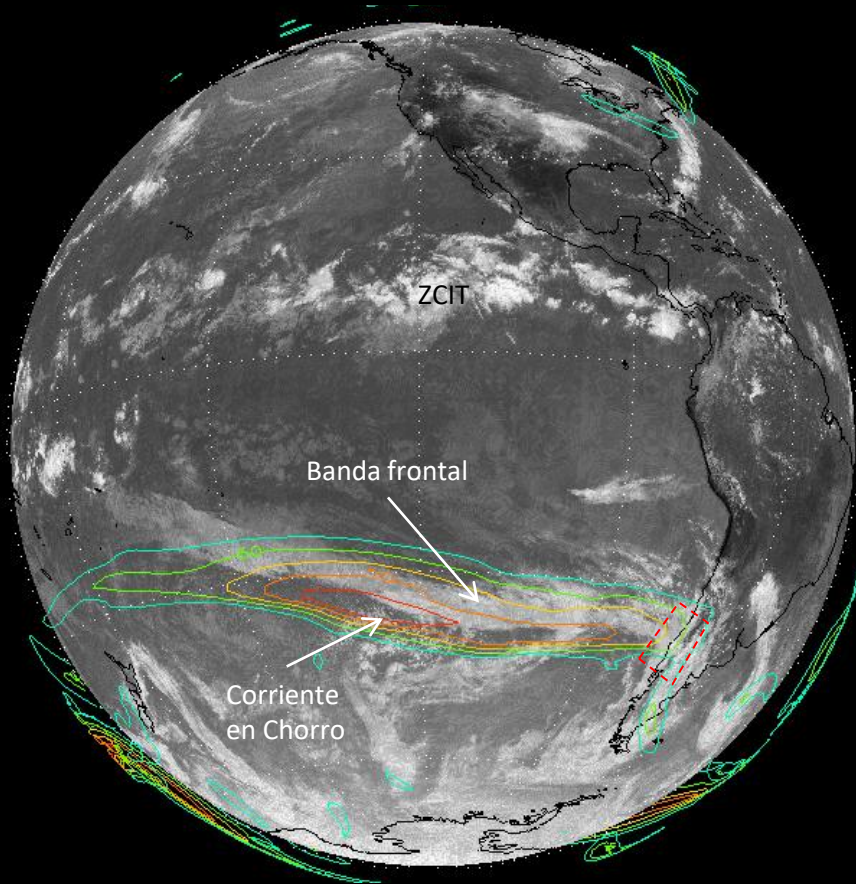
18 Junio 2017
Formación baja costera



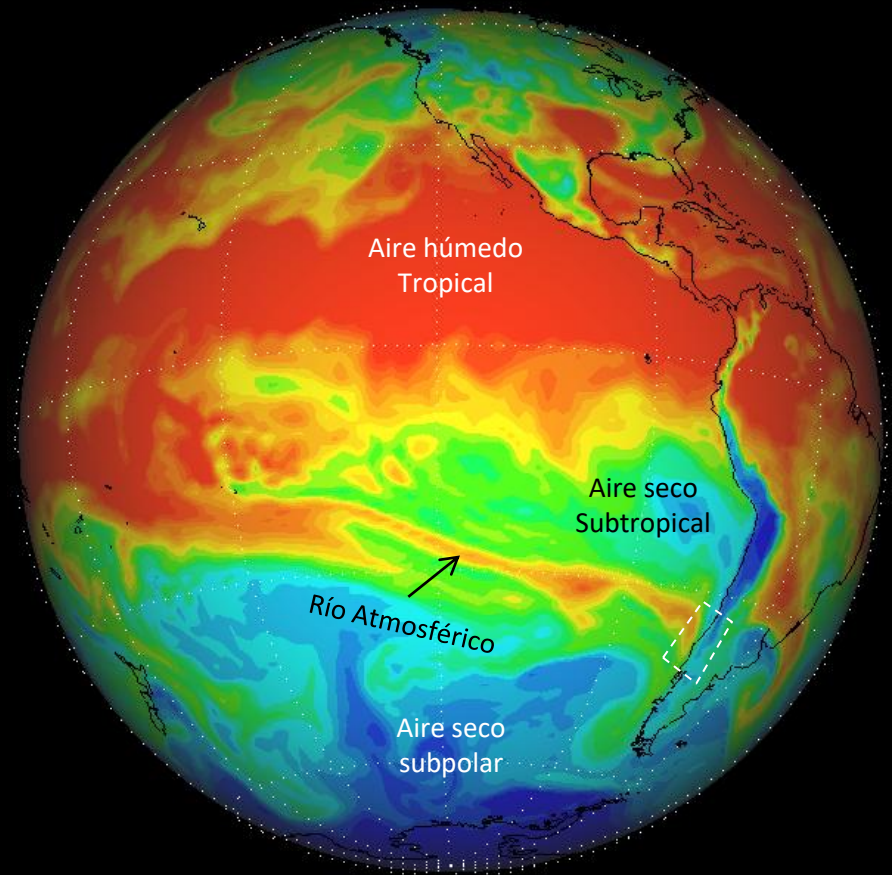
Ríos Atmosféricos

30 de Julio 2014 – 1800 UTC

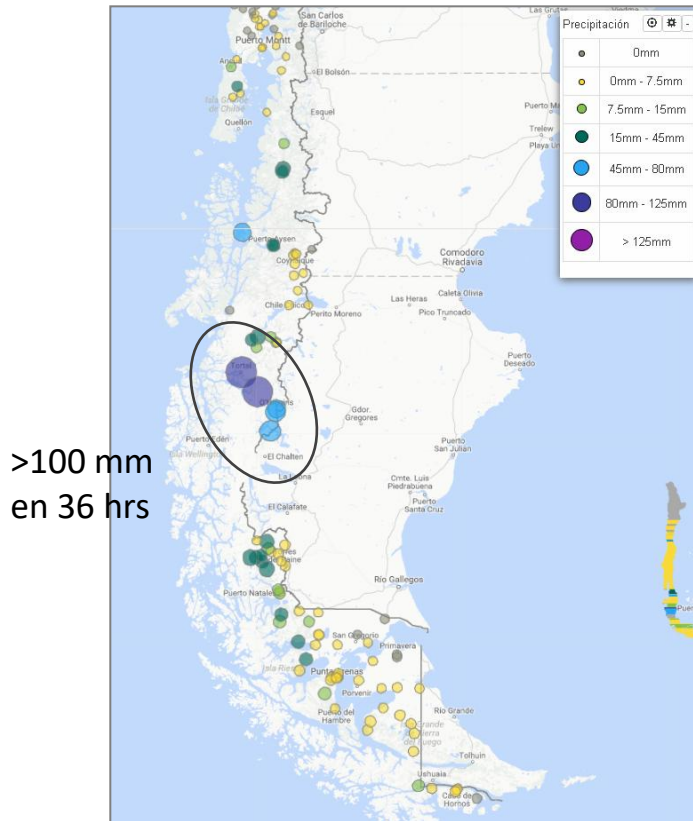
Imagen Infrarroja (GOES)
Mag. del viento 300 hPa (GFS)



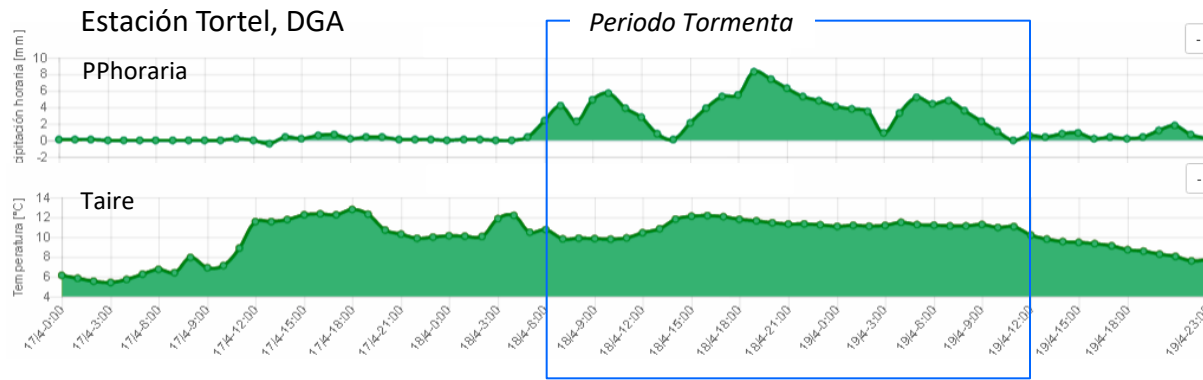
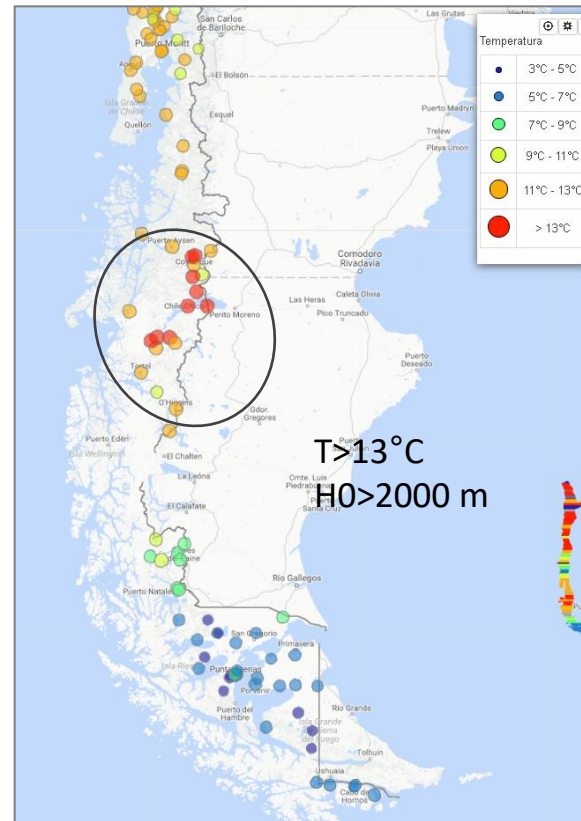
Agua precipitable en la
columna troposférica (GFS)



Precipitación acumulada tormenta

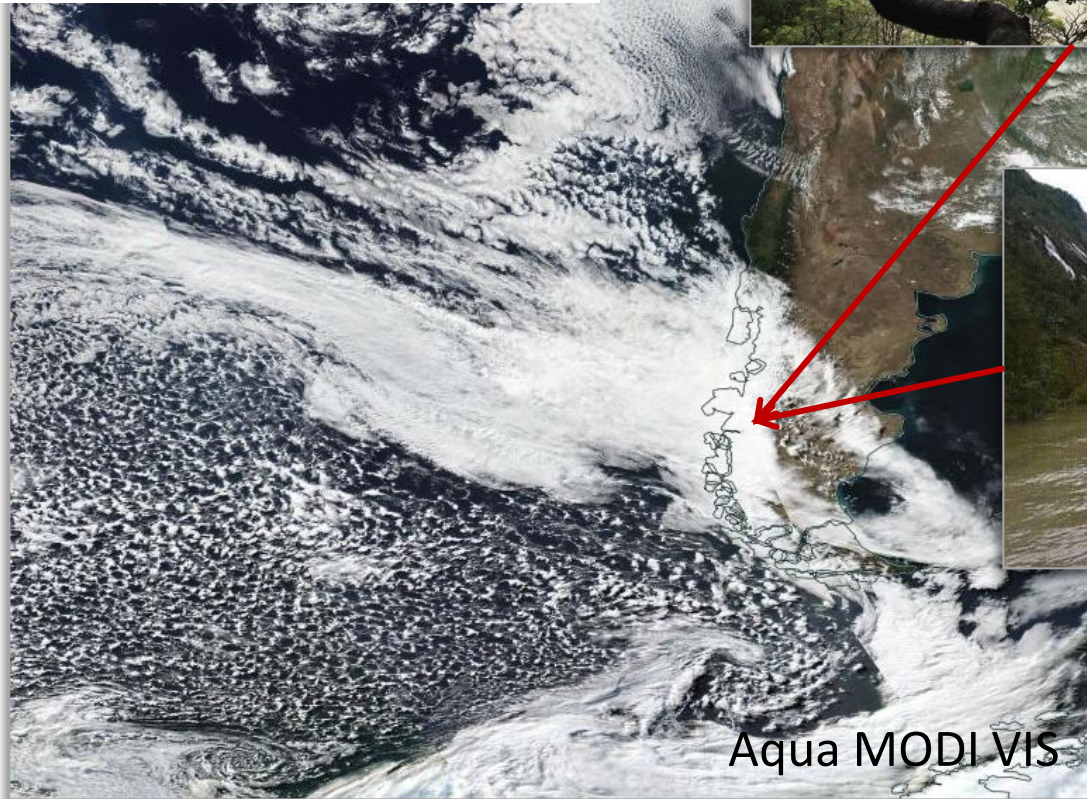
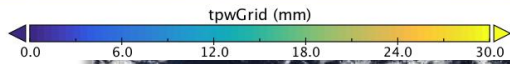
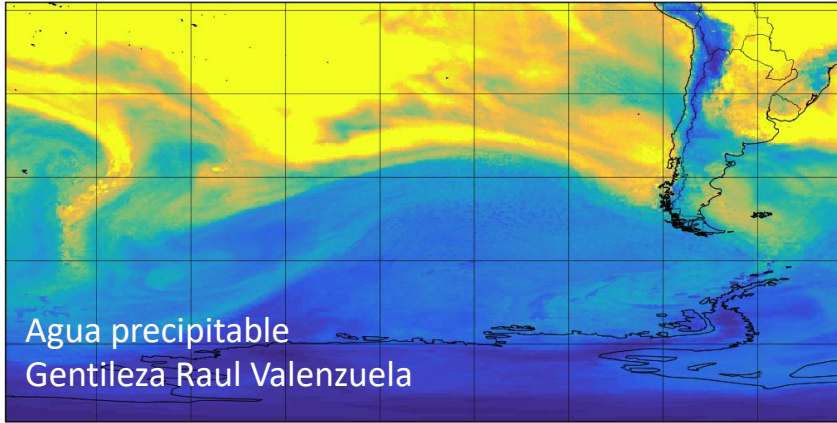


Temperatura media tormenta

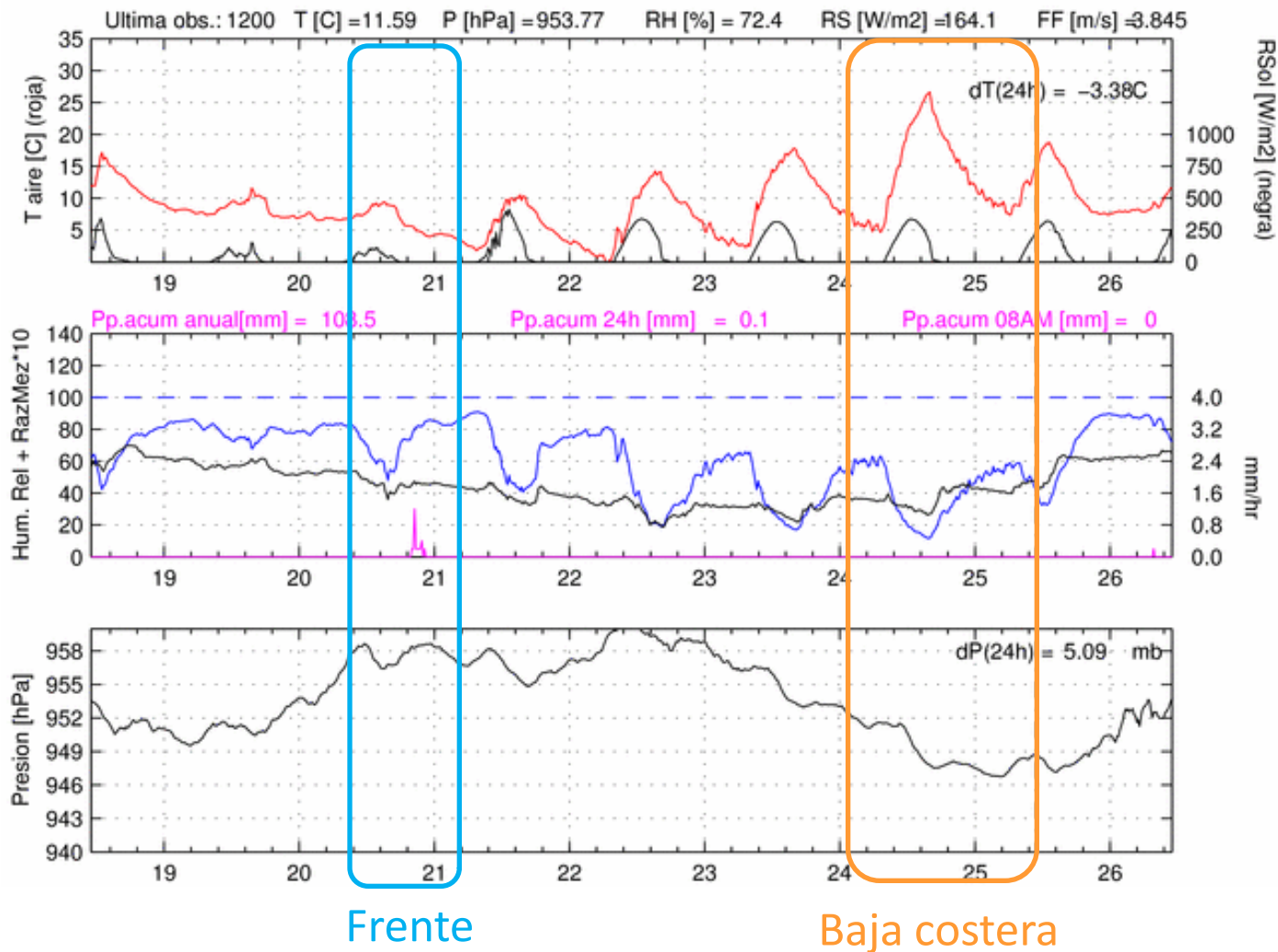


0 HL 18 Abril -12 HL 19 Abril

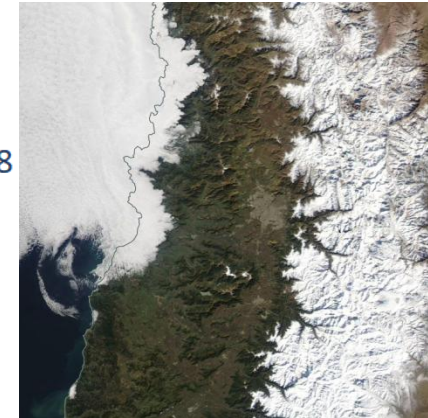
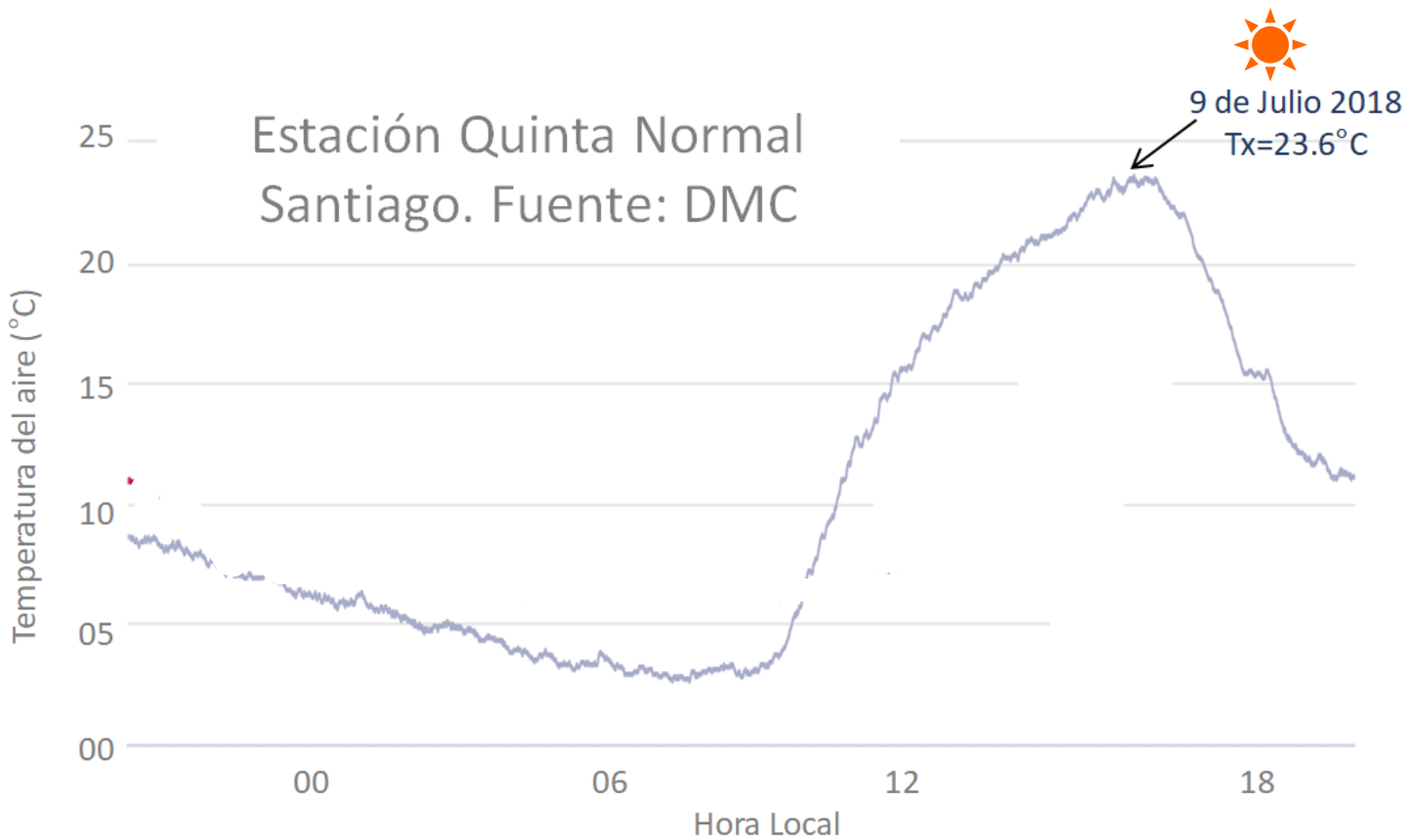
2018-04-19 00UTC
Precipitable Water (source: MIMIC-TPW)



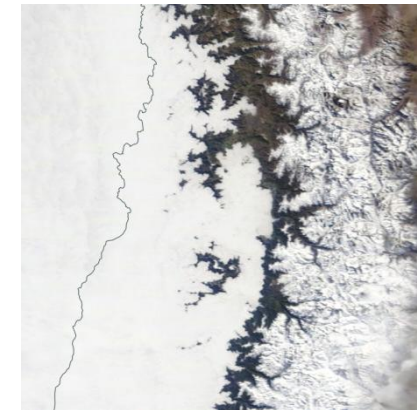
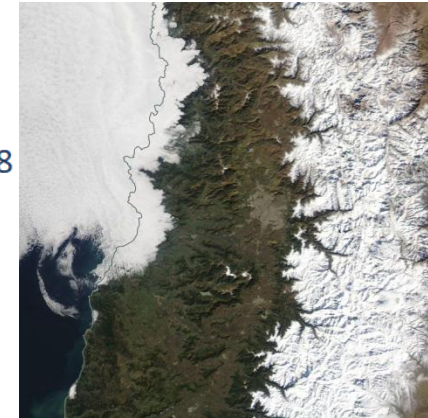
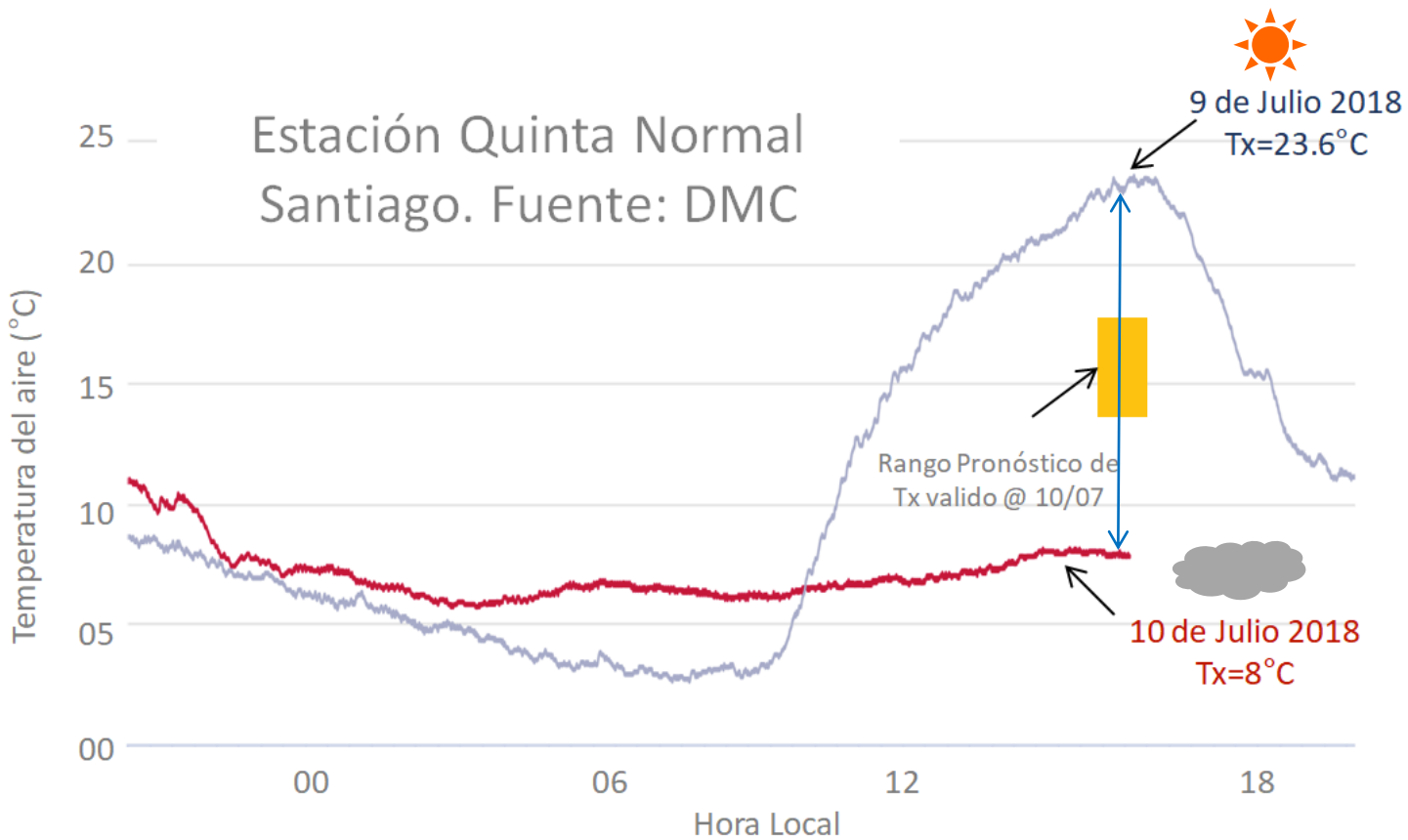
Evolución de condiciones en Santiago una semana de invierno



Cambios del tiempo durante la fase de termino de la BC son dramáticos y aun ofrecen un desafío mayor de pronóstico

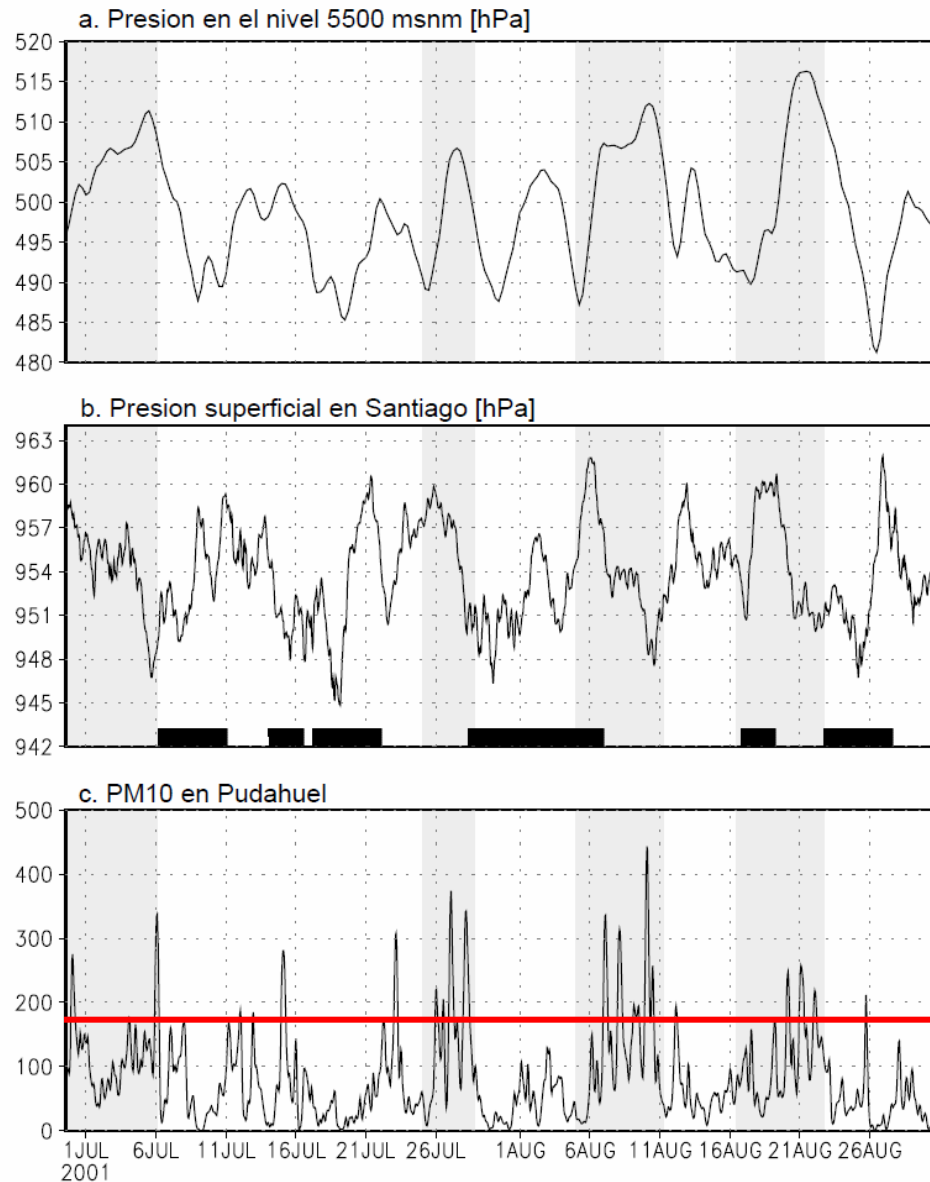


Cambios del tiempo durante la fase de termino de la BC son dramáticos y aun ofrecen un desafío mayor de pronóstico

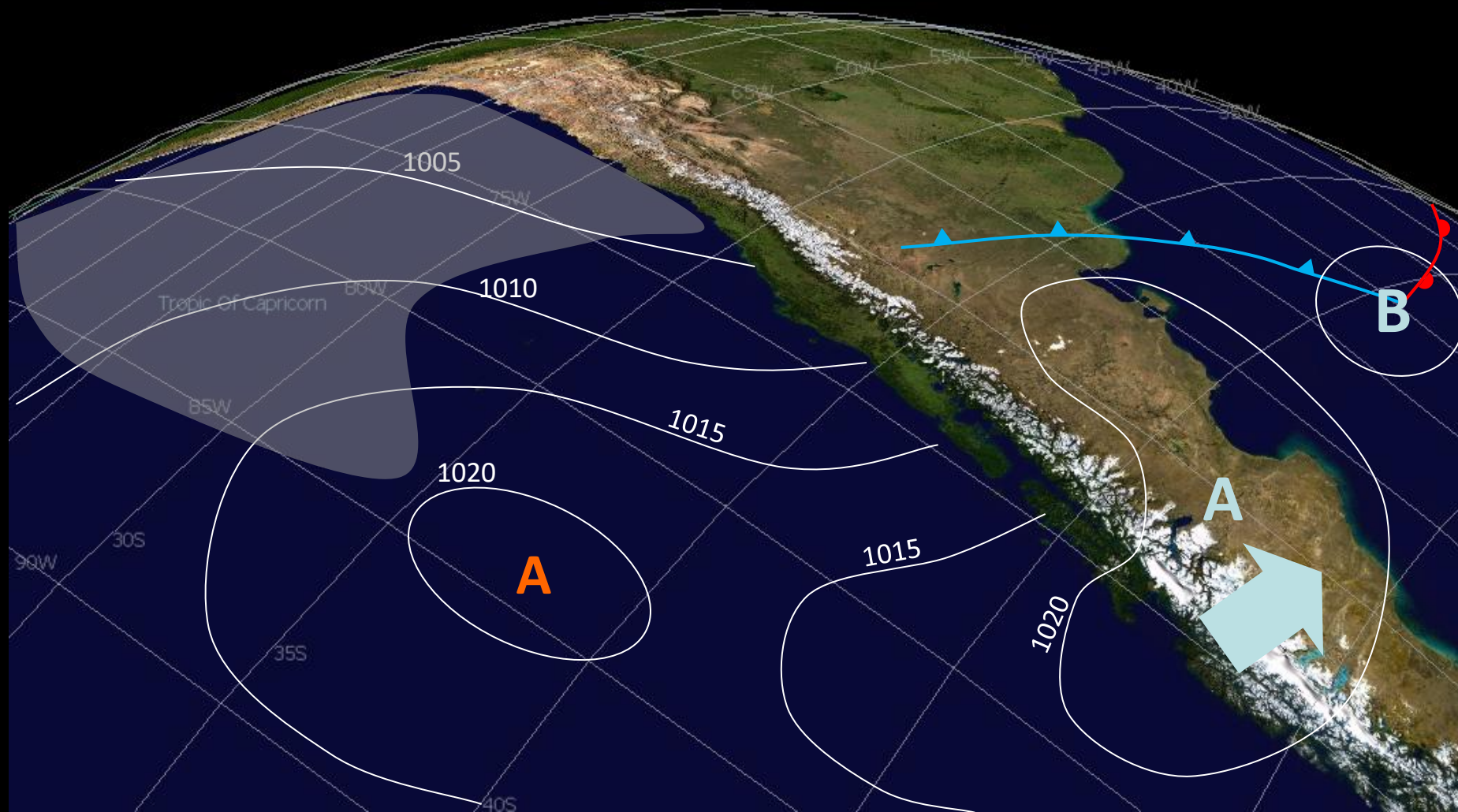


Relación Meteorología – Contaminación del aire

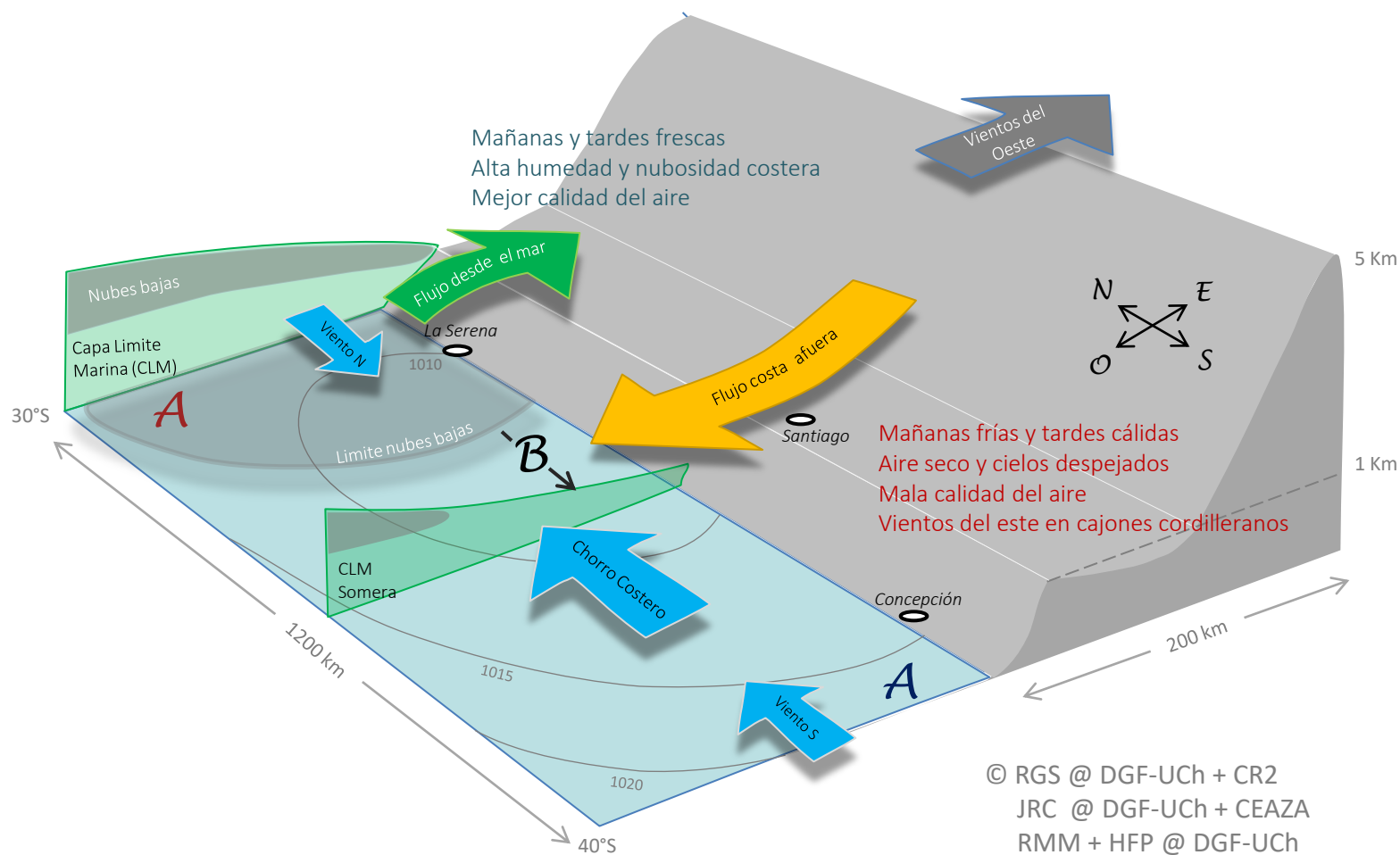
Desarrollo de una baja costera -> mala ventilación



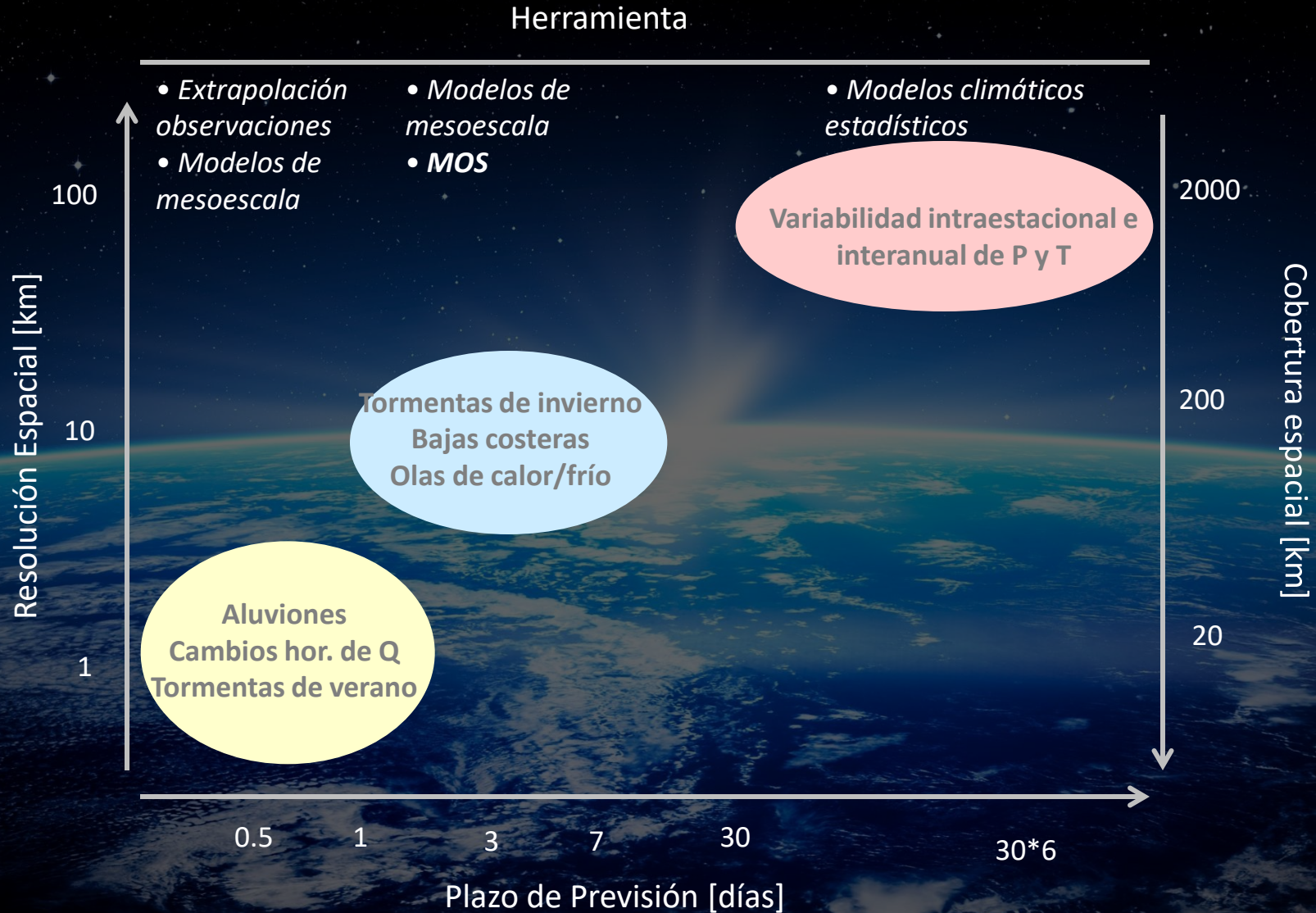
Posterior al paso del frente frío...

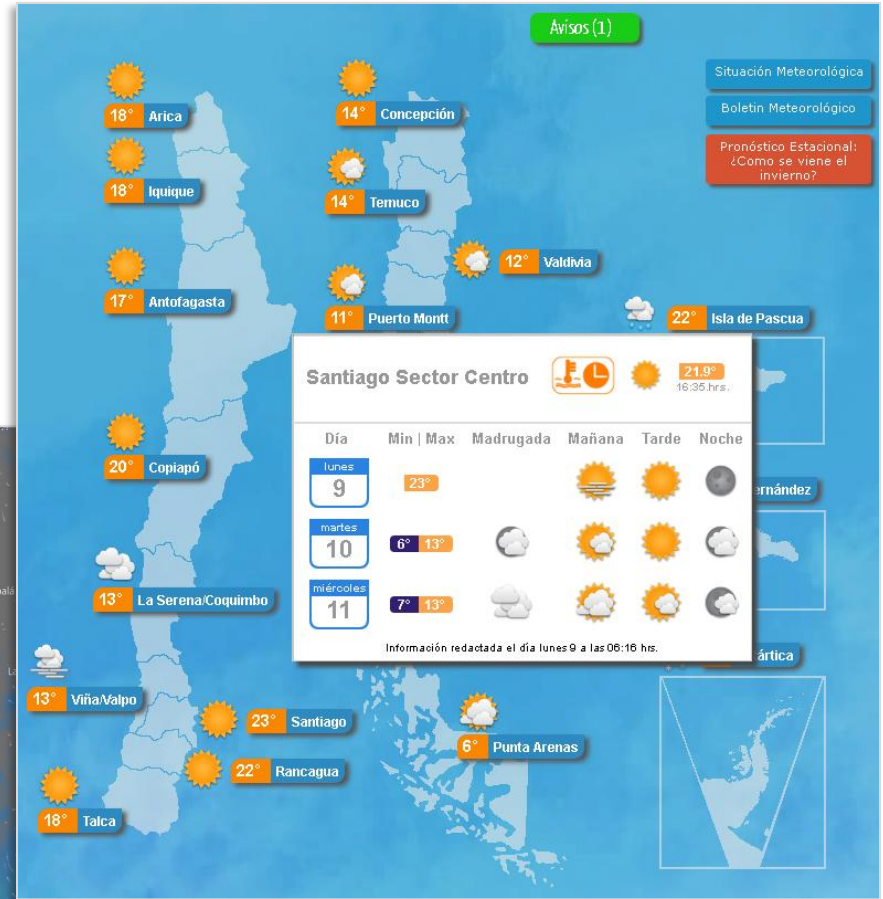
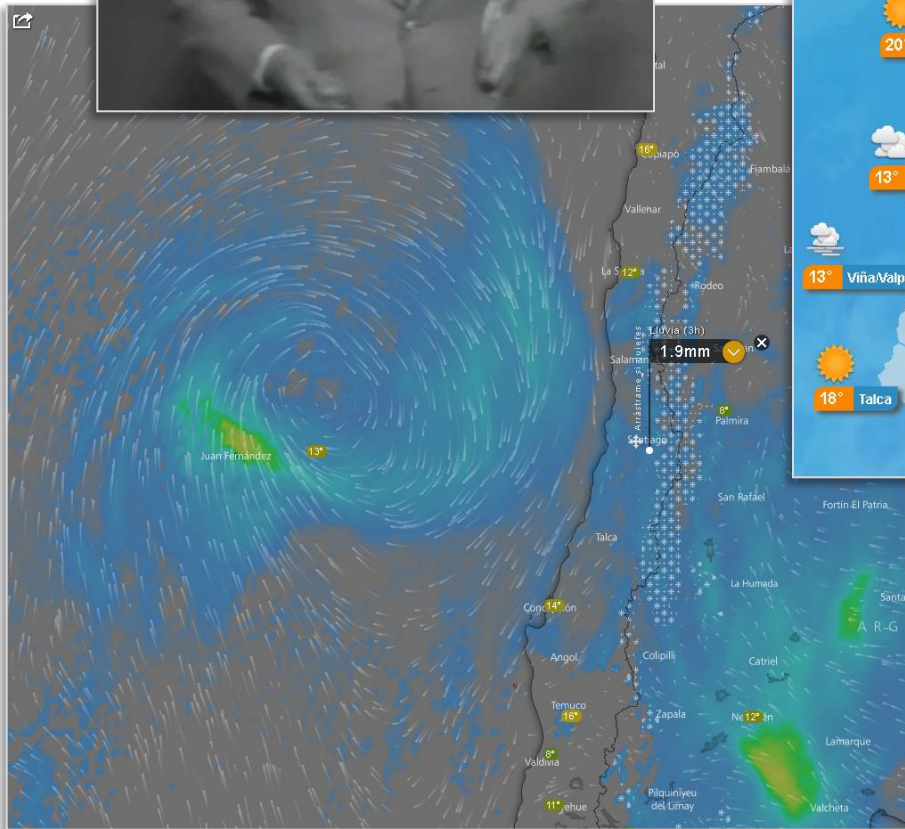


Modelo conceptual de una Baja Costera



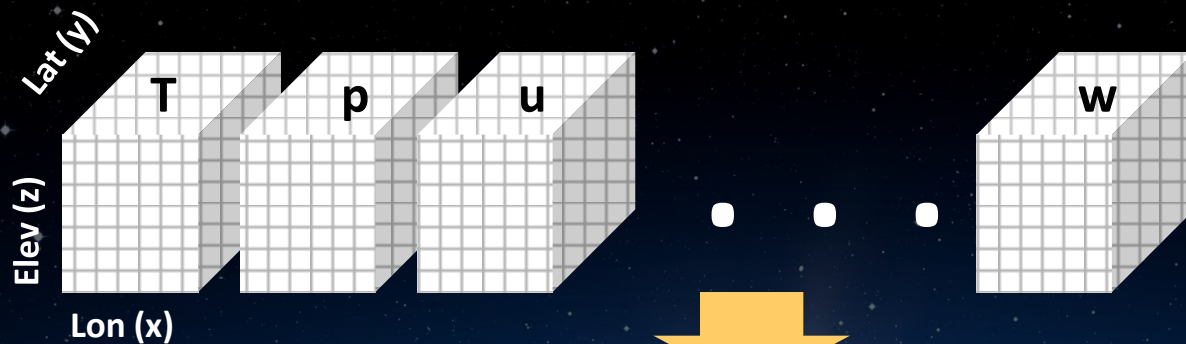
Pronóstico del Tiempo y Predicción Climática



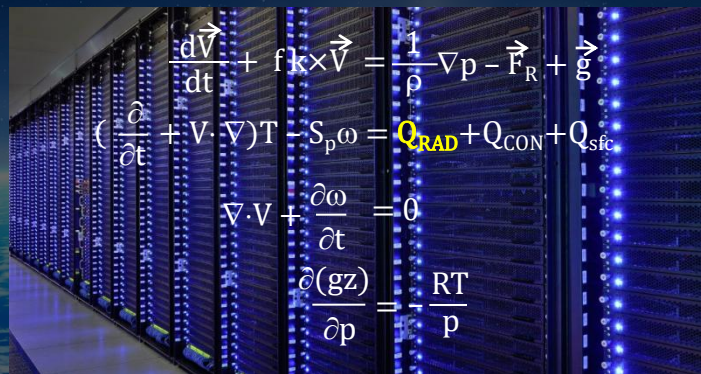


Como se hace el pronóstico del Tiempo?

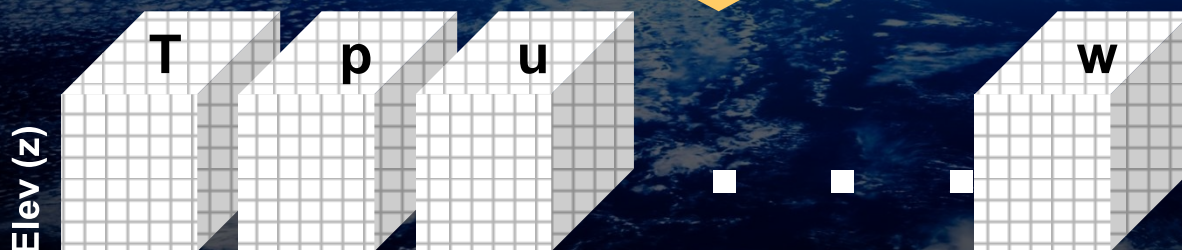
Pronóstico numérico del tiempo ($\Delta t \sim 1-5$ días)



Condiciones
iniciales (t_0)

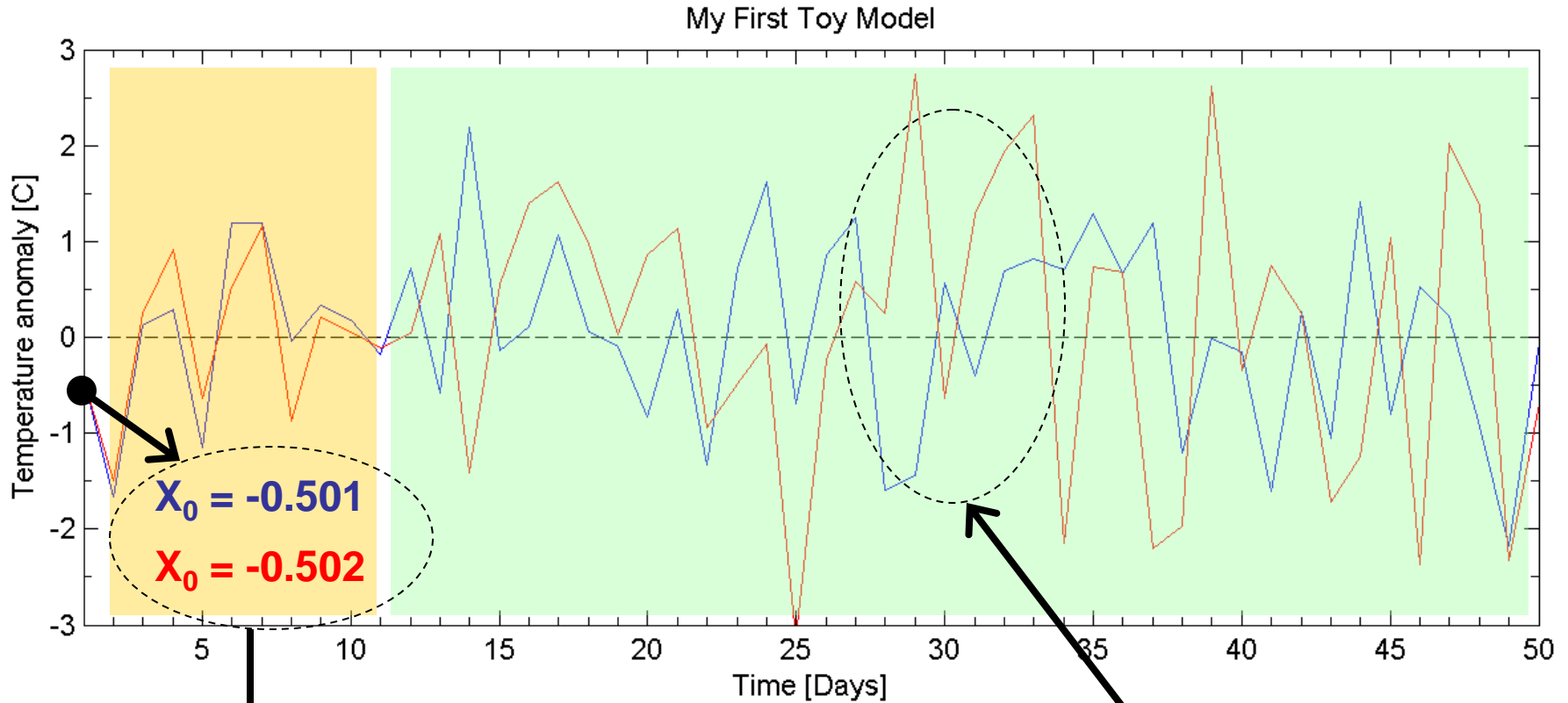


Ecuaciones de la
atmosfera + un
gran computador



Pronósticos
($t_0 + \Delta t$)

Caos Atmosférico (Efecto Mariposa)



Una pequeña diferencia
al comienzo

Non-linear
equations

Grandes diferencias
mas tarde

Predicción Climática (3-12 meses)

Pese a que el tiempo solo se puede pronosticar hasta dos semanas en el futuro, las condiciones medias (P, T) en una región están parcialmente controladas por condiciones de borde que varían lentamente y dan memoria al sistema, permitiendo la predicción climática

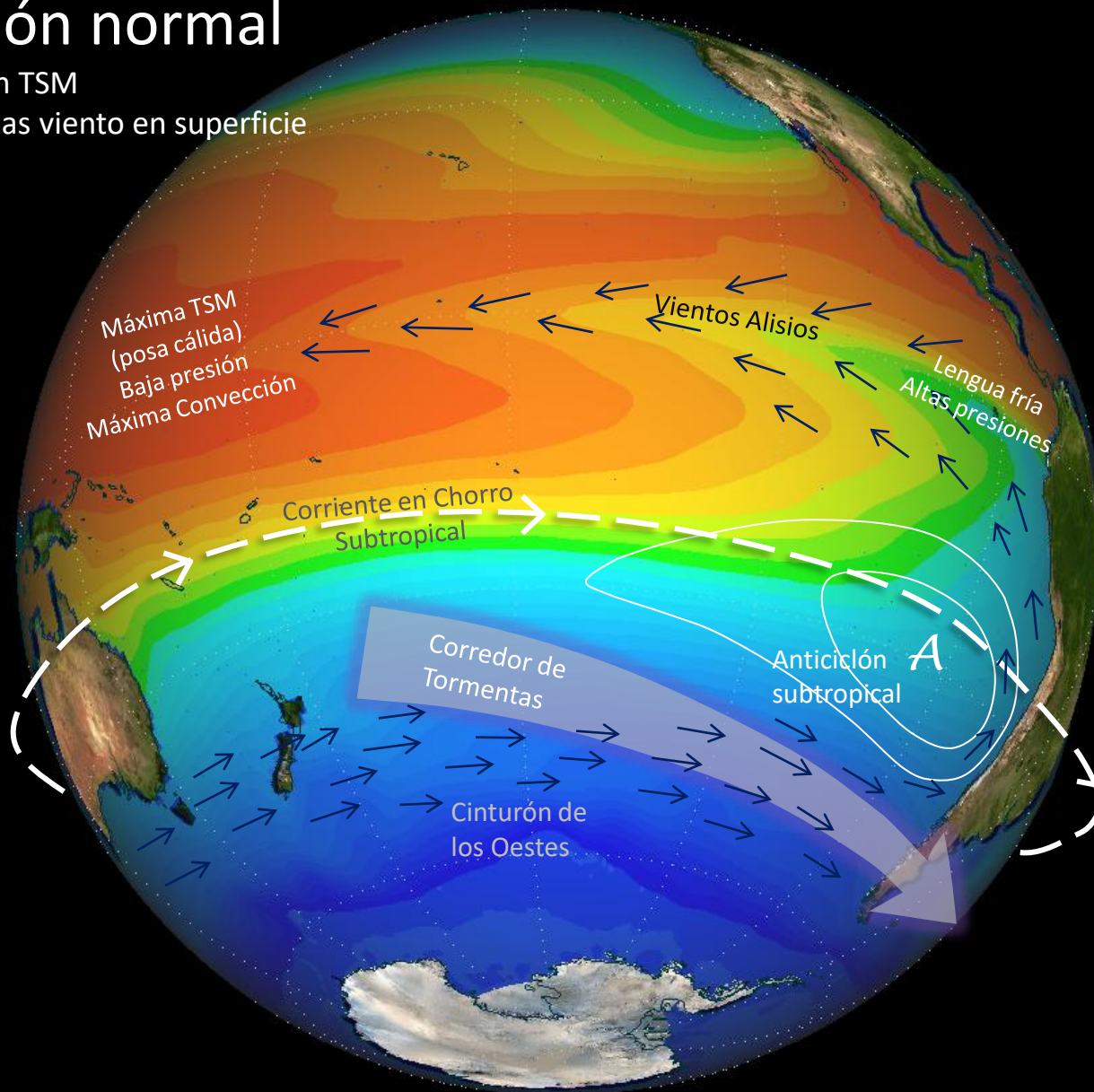
En las zonas tropicales (como la costa del norte del Perú), la principal condición de borde es la temperatura superficial del mar (TSM). En general, una TSM más cálida produce una condición más lluviosa. En regiones extratropicales (como Chile central), la TSM también influye pero de manera indirecta.

A su vez, la TSM fluctúa de manera coherente debido a la existencia del fenómeno El Niño Oscilación del Sur.....

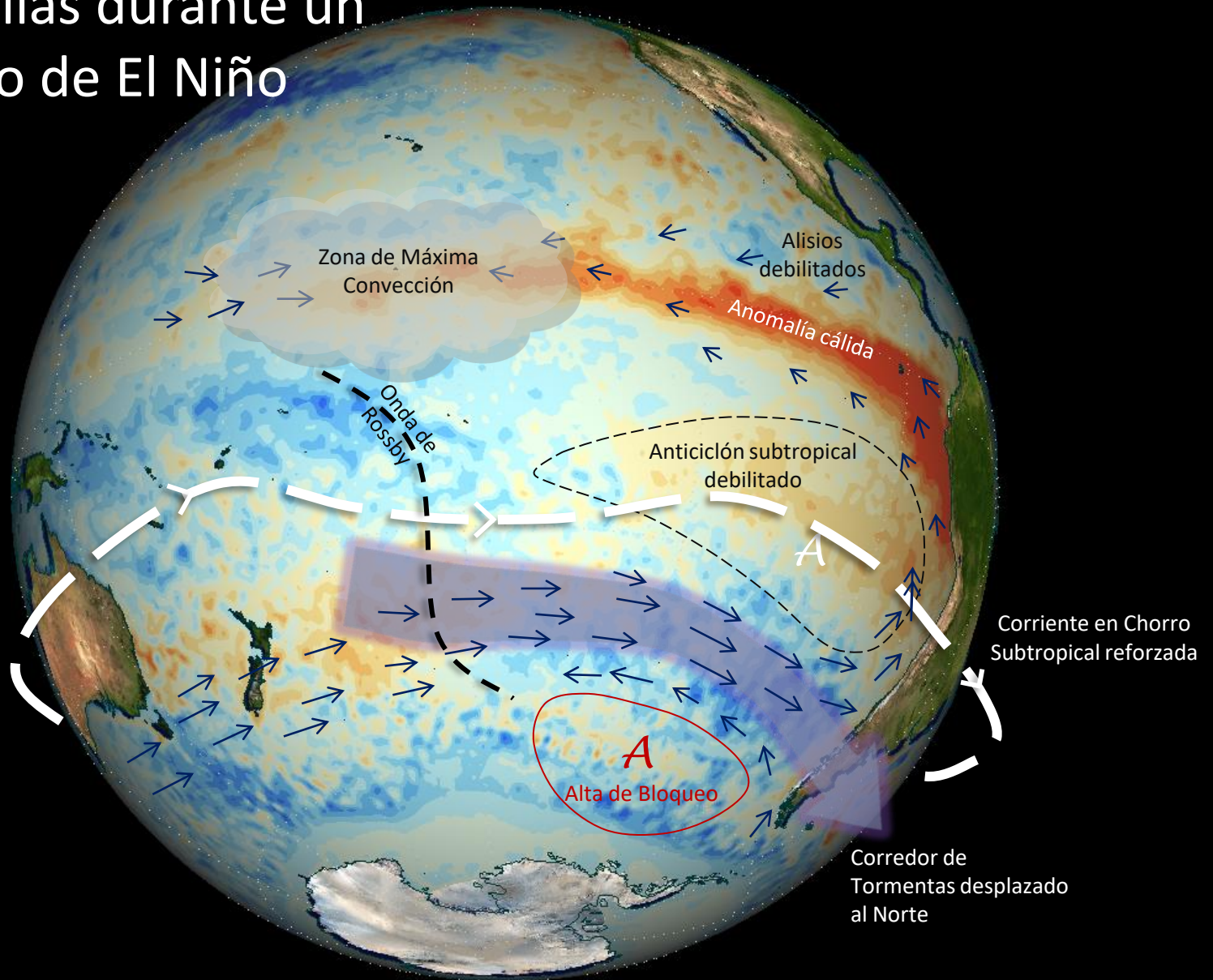
Condición normal

Colores indican TSM

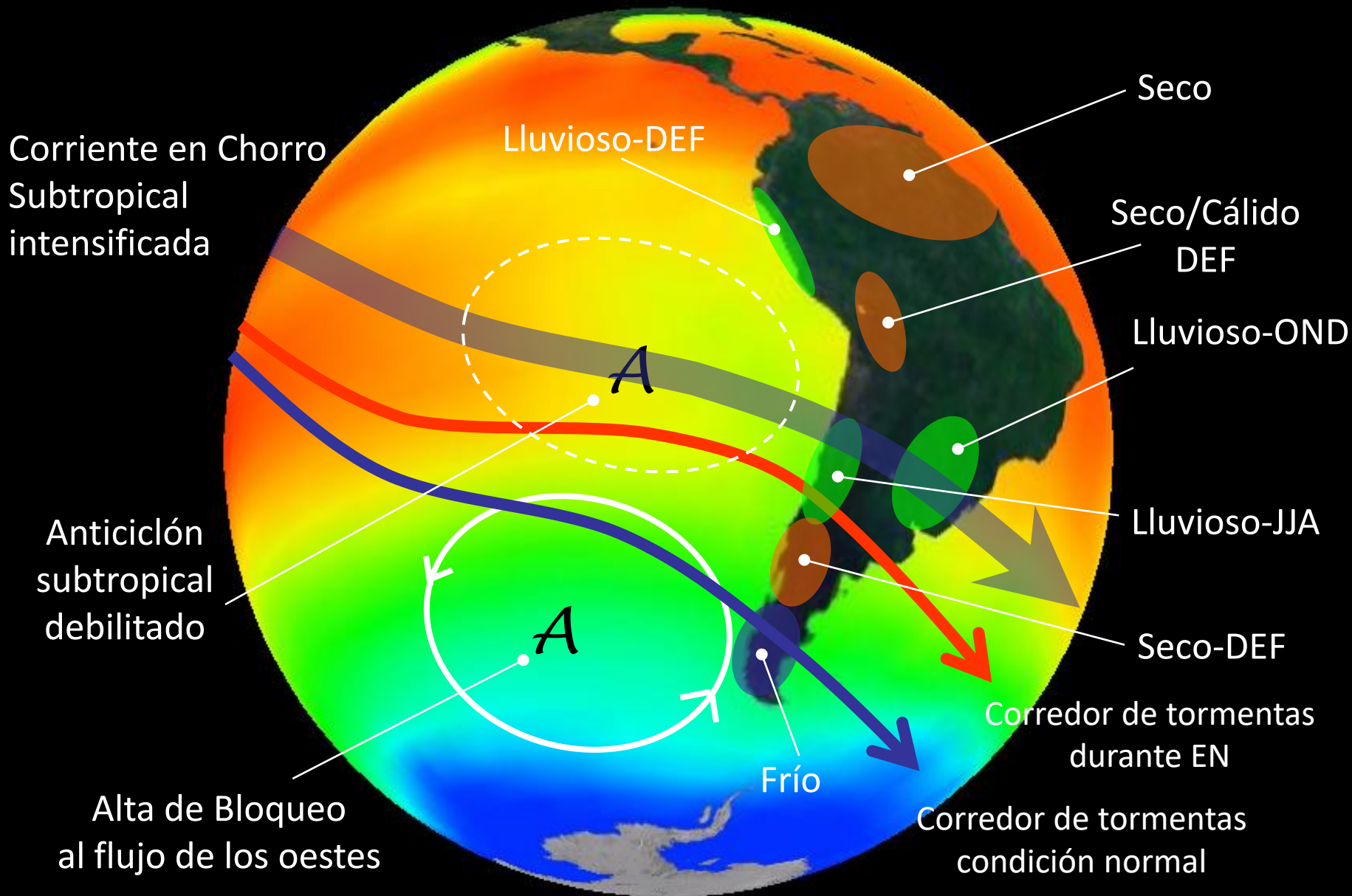
Flechas delgadas viento en superficie



Anomalías durante un invierno de El Niño



Principales impactos climáticos durante años El Niño



Impactos ENOS en precipitación sobre Santiago

