

Pronósticos Cuantitativos de Precipitación

Herramientas Disponibles para Minimizar la
Incertidumbre y Establecer Confianza en
Nuestros Pronósticos

¿Por qué son importantes los montos de precipitación?

- Porque lo que sucede en tierra depende de la cantidad de lluvia caída en un determinado período de tiempo.
 - Porque las crecidas repentinas constituyen uno de los mas devastadores peligros como resultado de lluvia intensa.
- El decir que va a llover es fácil.
- El determinar cuanta agua va a caer es un reto que vamos a estar enfrentando por las próximas décadas

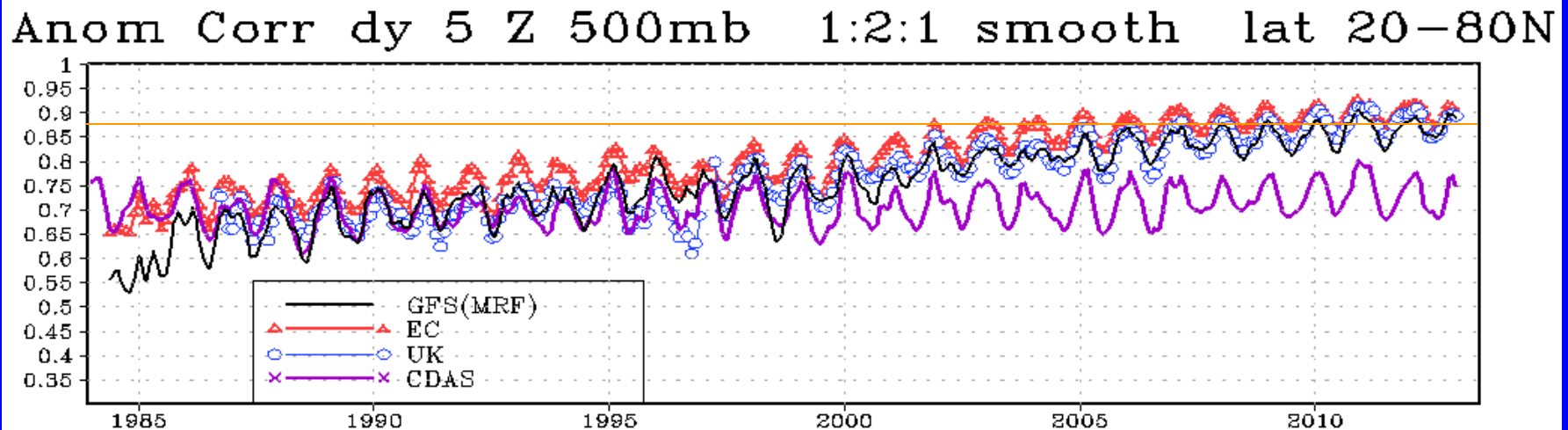
Pronósticos Cuantitativos de Precipitación

- Nuestros pronósticos tienen impacto *económico-sociales*.
 - Costos al Gobierno y los Comerciantes
 - Costos al publico y calidad de vida
- Credibilidad del pronosticador y el servicio
 - Malos pronósticos resultan en erosión de la credibilidad
 - *Sin credibilidad, el publico indiferente*
 - *Sin credibilidad, no podemos hacer nuestro trabajo*

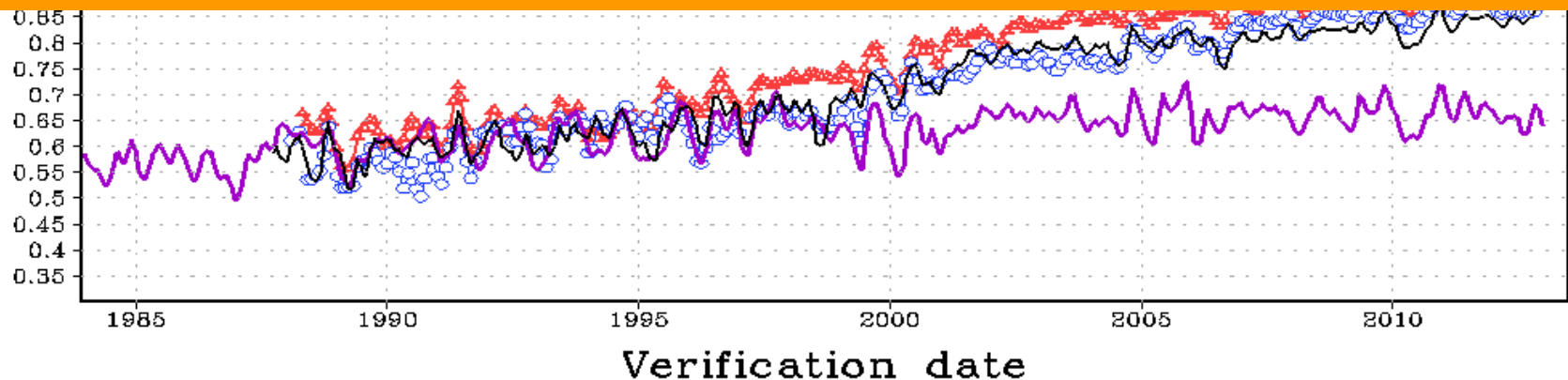
Desafío/Reto del Pronosticador

- La meteorología es una ciencia inexacta
 - No hay relaciones directas de causa y efecto, lo cual introduce un grado de incertidumbre
 - En contraste, como ejemplo, la química inorgánica nos da siempre los mismos resultados
 - $\text{NaOH} + \text{HCl} = \text{H}_2\text{O} + \text{NaCl}$
- Si deseaban certeza, debieron haberle hecho caso a sus madres y no estudiar meteorología!!!

27 Años de Verificación de Modelos Globales: Día 5

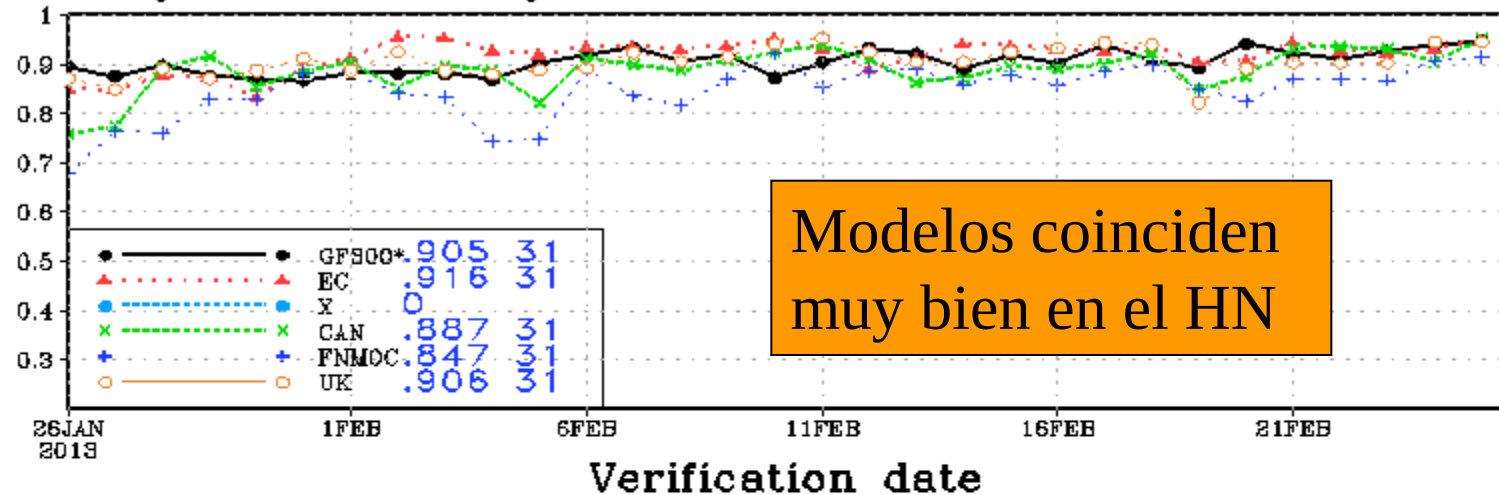


Avances en computadoras nos ha permitido realizar mejoras en la calidad y verificación de los pronósticos a un paso mas rápido que en décadas anteriores.

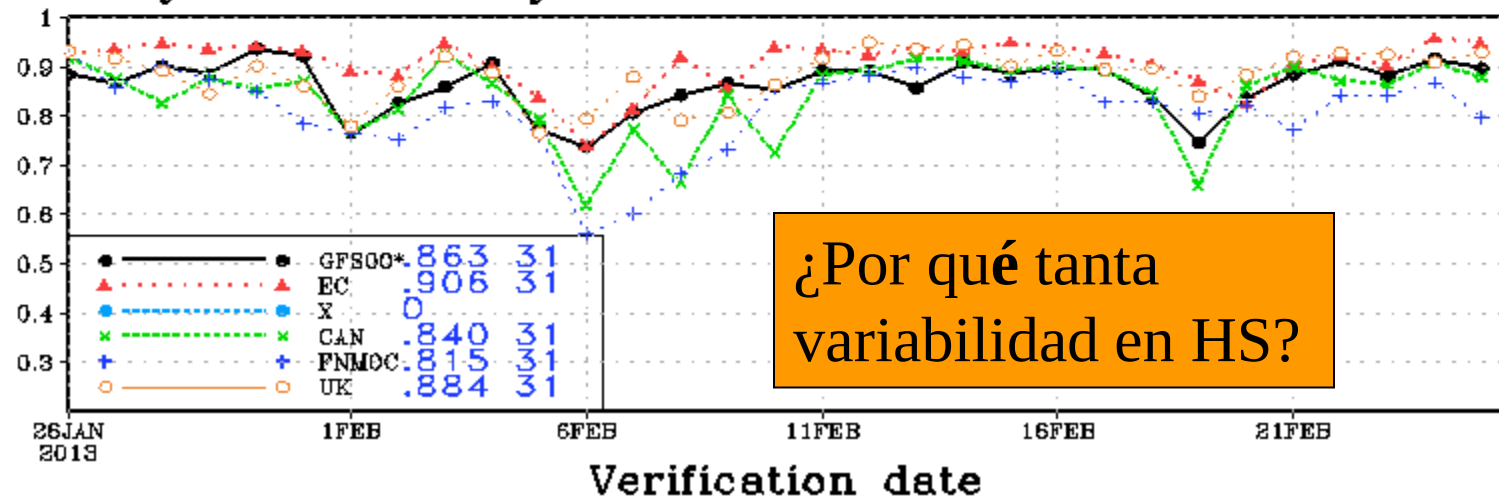


Verificación Diaria de Modelos Globales: Día 5

Anomaly Correl day 5 Z 500mb n hem lat 20-80



Anomaly Correl day 5 Z 500mb s hem lat 20-80



Hemisferio Norte vs. Hemisferio Sur

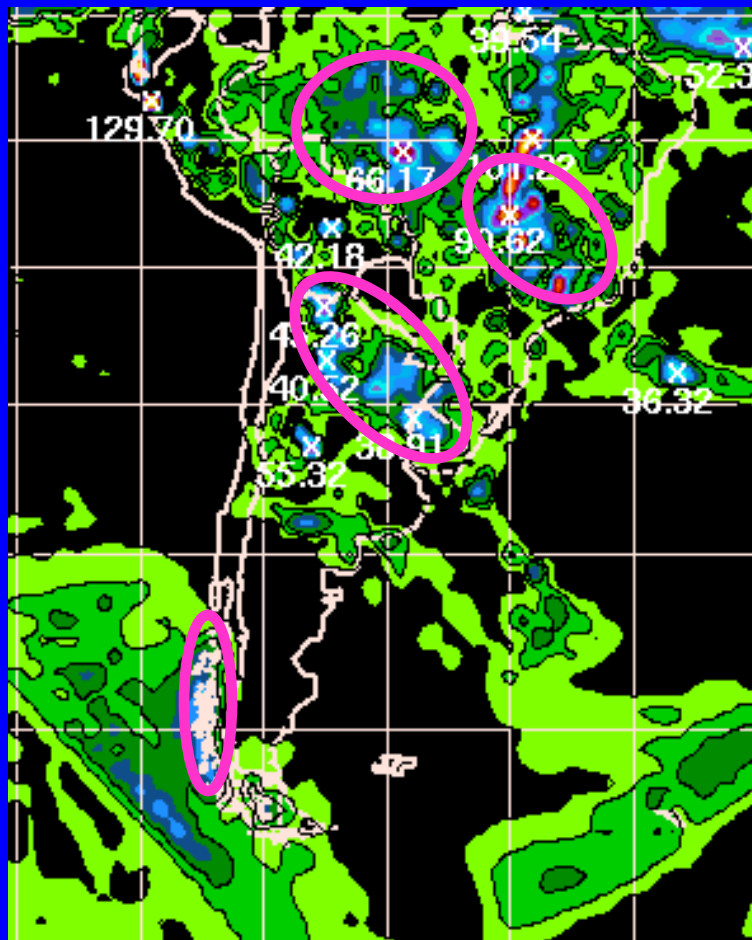
	Hemisferio Norte	Hemisferio Sur
Océanos (Cubierto de Agua)		×
Masa Continental	×	
Observaciones Sinop	×	
Observaciones Metares	×	
Radiosondas	×	
Densidad de datos en los Polos	×	
Densidad de datos en los Trópicos		×
Reportes de Aviación	×	
Datos de Satélite POS	×	×
Datos de Satélite GOES	×	×

Modelos Numéricos

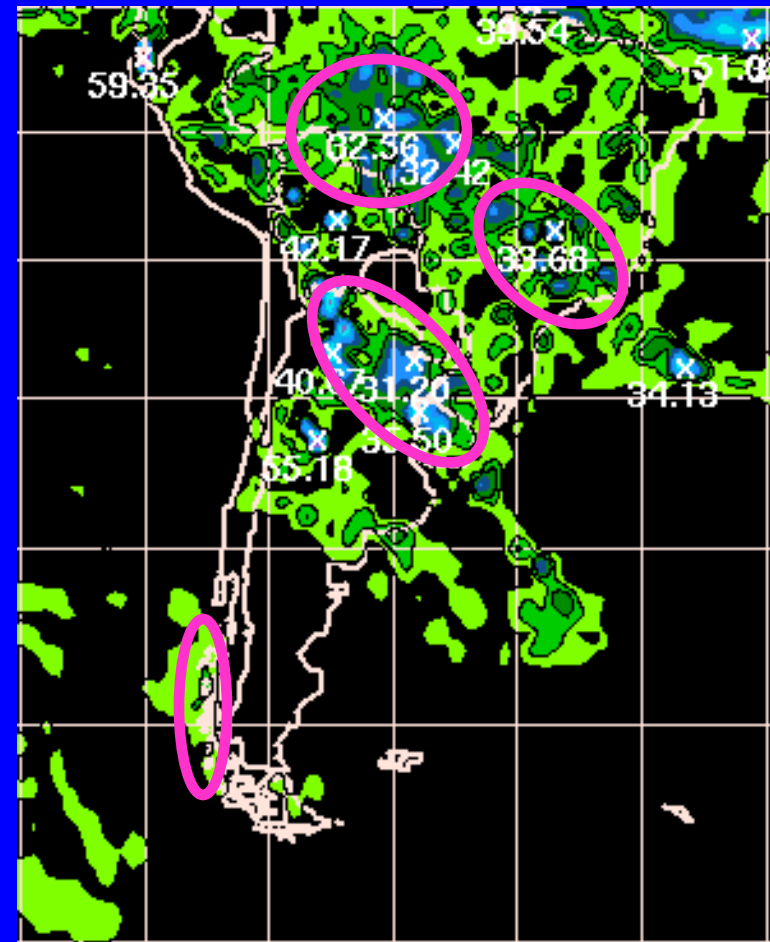
- ¿Cuál es el *Tendón de Aquiles* de los modelos numéricos?
- Esquema de Precipitación
 - No es parte de las ecuaciones de movimiento
 - Es un “injerto”
 - Mientras mas alta la resolución, menor el error

Pronostico Determinísticos

Precipitación del GFS



Precipitación Total

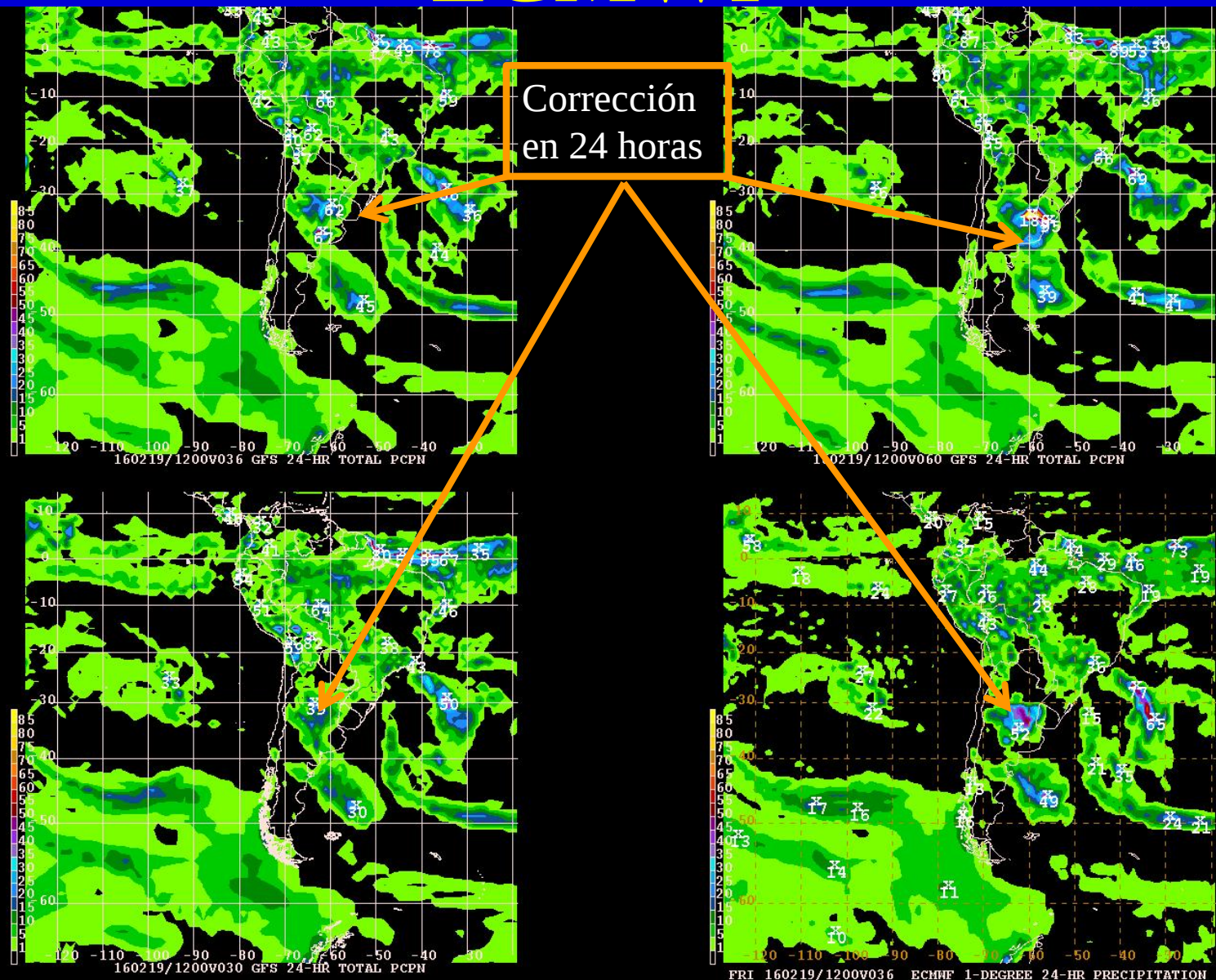


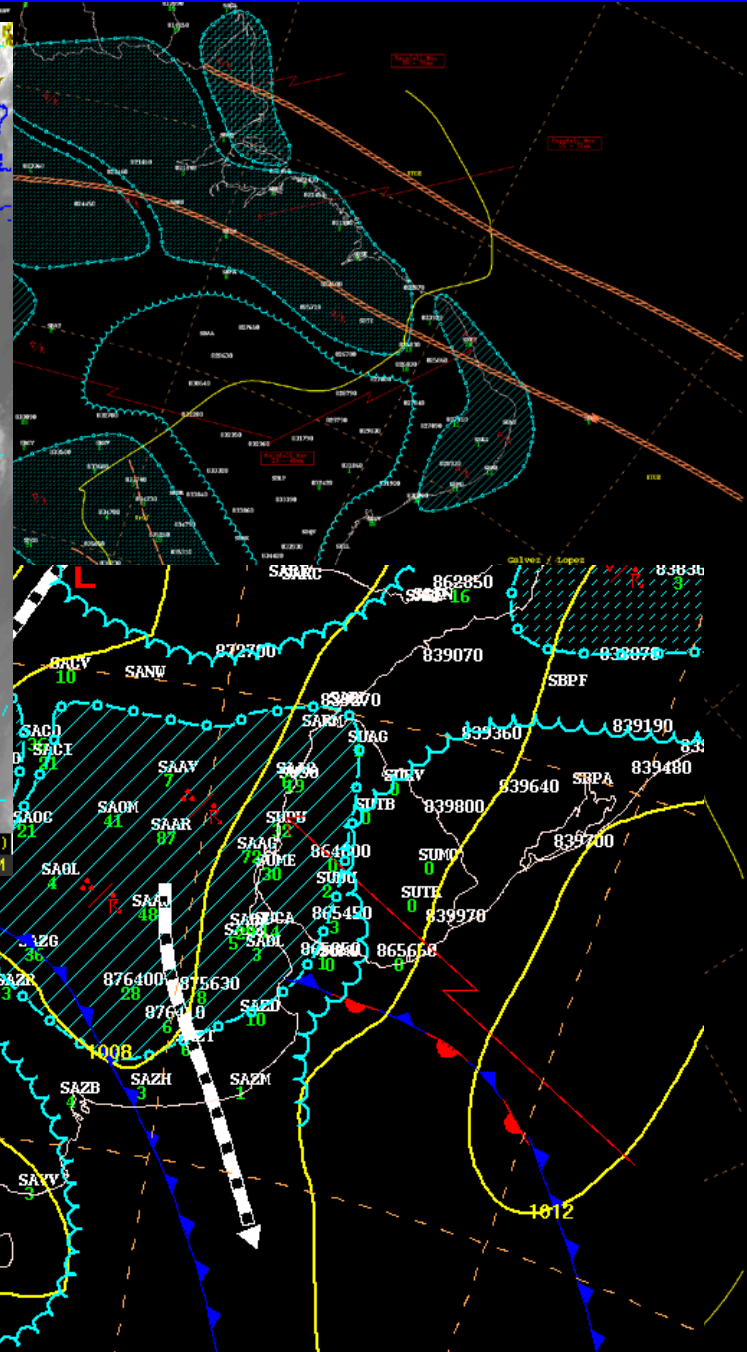
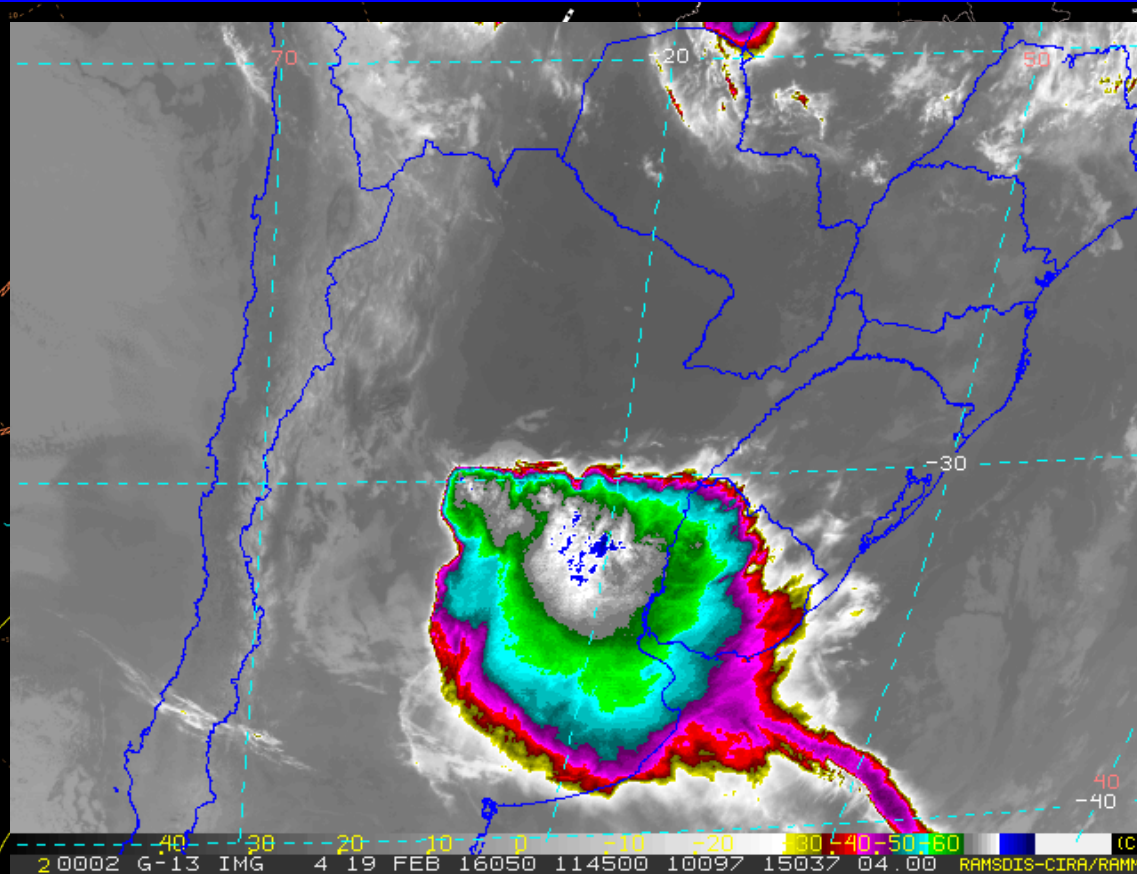
Precipitación Convectiva

Limitante de los Modelos Numéricos

- A la hora cero del pronóstico, al inicio, no hay precipitación
 - El modelo comienza el ciclo con un periodo de “génesis” de precipitación
 - Esto crea variabilidad de ciclo-a-ciclo
 - **Solución mas antigua, muchas veces, tiende a ser mejor que la mas reciente**

Comparación Tres Salidas del GFS y el ECMWF





Herramientas para Minimizar la Incertidumbre

- El Embudo de Pronostico
 - *Evaluar dinámicas*
- Ensamblaje de Modelos
 - *Establecer confianza en el pronostico*
- Herramientas Climatológicas
 - *TSM, Madden-Julian Oscillations*
 - *Desviaciones de los patrones normales*
- Hidro-Estimadores

El Embudo

El Embudo de Pronostico

Confianza en el Pronostico

- Al aplicar el embudo de pronostico, hacemos una evaluación de las dinámicas atmosféricas
- Mientras mas apoyo dinámico tenga el evento, mayor el potencial de precipitaciones fuertes.
 - **Mayor la confianza en el pronostico!!!!**
- Aplicable a la predicción de tiempo severo, eventos extremos y pronósticos de precipitación

El Método del Embudo Considera los Parámetros que Controlan la Dinámica

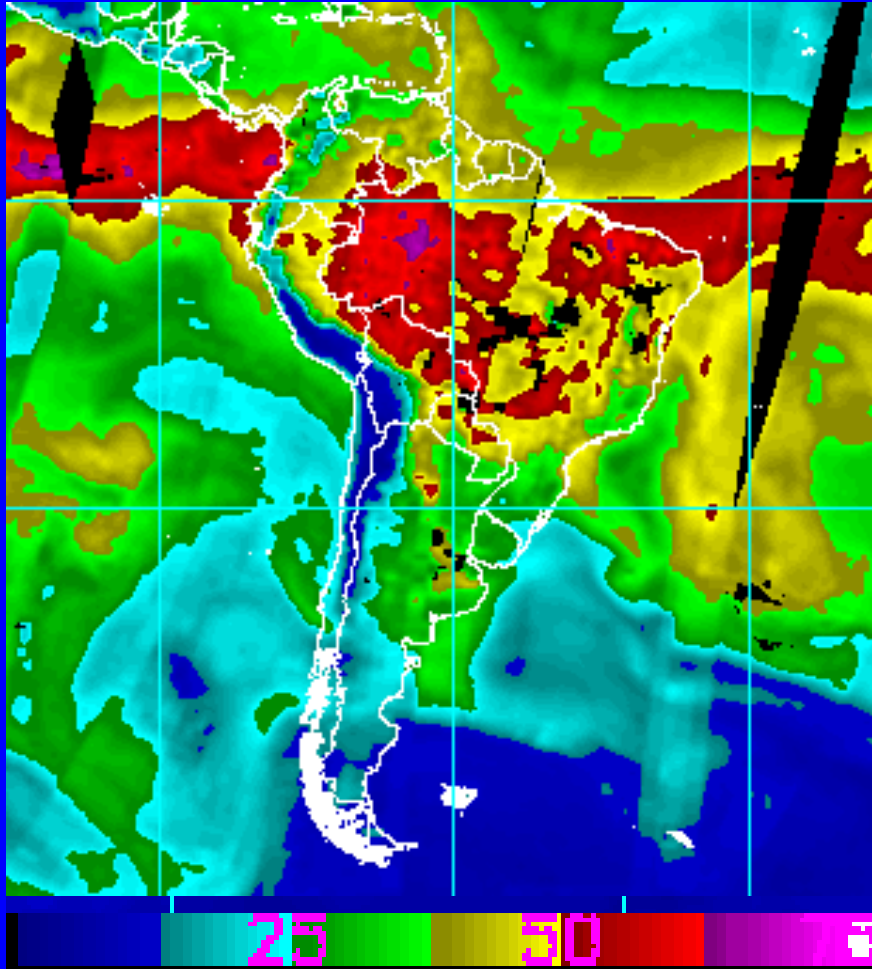
- ¿Divergencia o Convergencia en altura?
 - ¿Columna de aire estable o inestable?
 - LI
 - KI
 - SSI
 - TTI
 - CAPE/CINS
 - GDI
 - ¿Gatillador/Disparador?
- ¿Divergencia o Convergencia en Niveles Bajos?
 - ¿¿**Contenido de Agua??**¿
 - Razón de Mezcla
 - Td
 - PW
 - RH?
 - Solo cuantifica la saturación, NO el contenido.

Cuantificando el Contenido de Agua

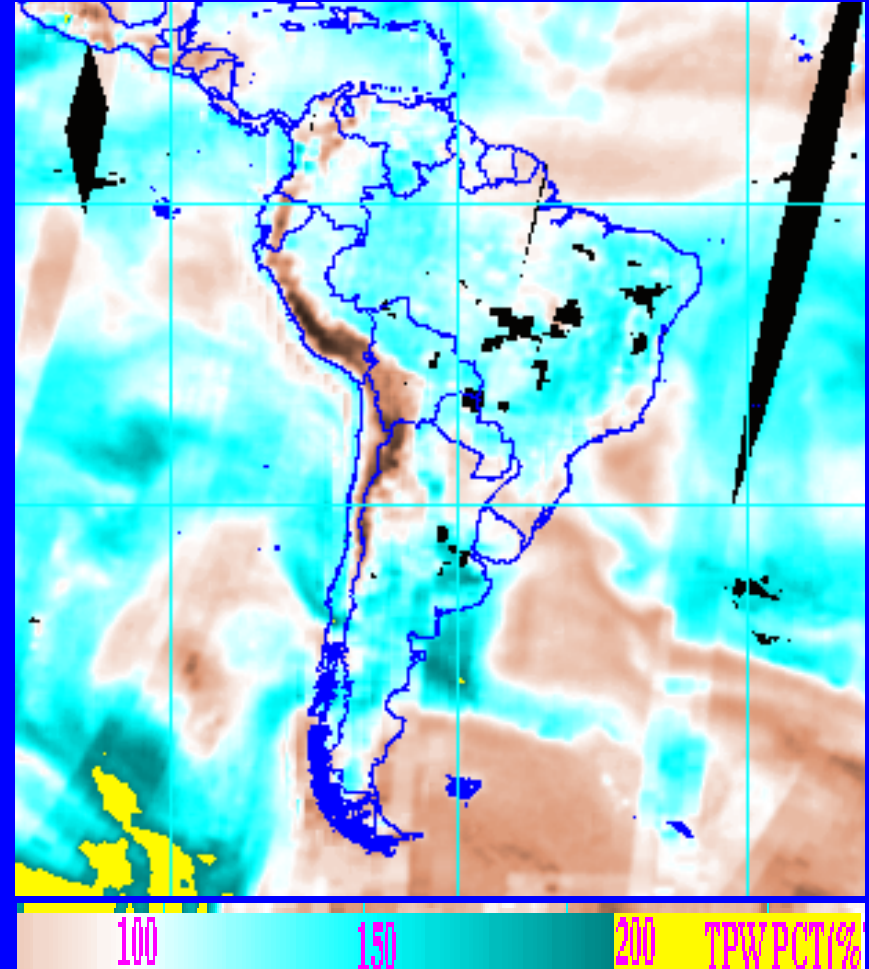
- Cuantificar el contenido y fuentes de agua son clave para la predicción.
- Tipo de masa
 - Polar
 - Tropical
 - Subtropical
- Procesos advectivos de agua.
- Divergencia/convergencia de humedad
 - Afectan la estabilidad de la columna

Cuantificando Contenido de Agua

<http://rammb.cira.colostate.edu/ramsdisk/online/rmtc.asp>



Agua Precipitable

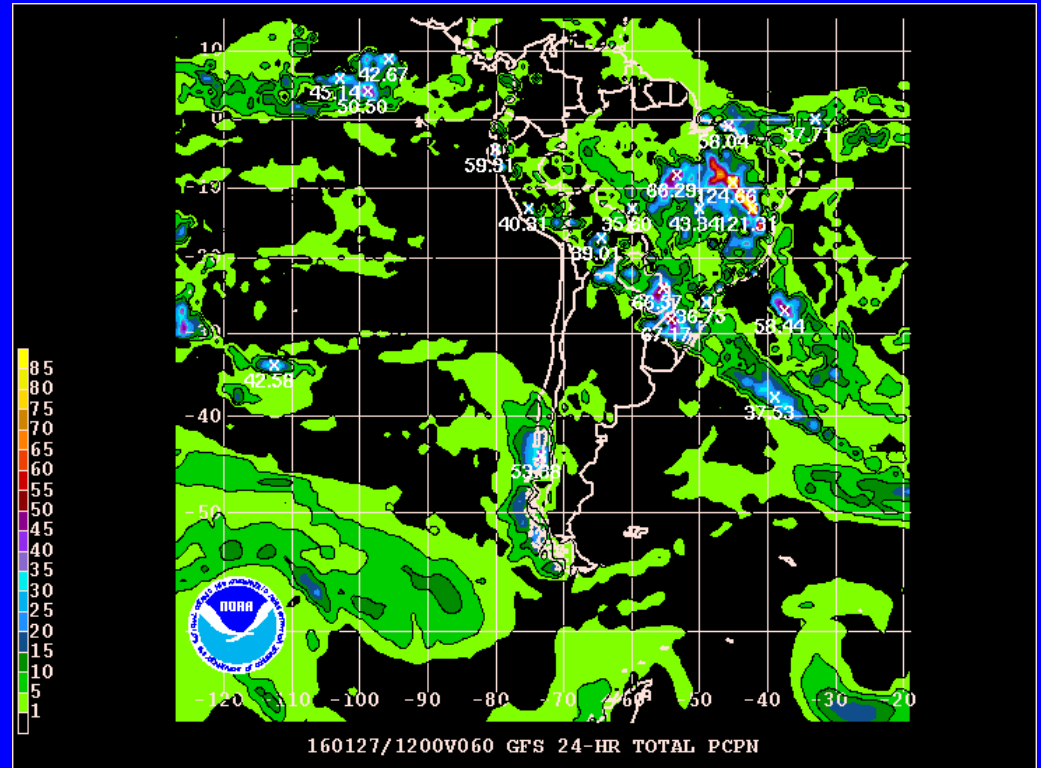


Agua Precipitable de la Norma

Pronostico de Precipitación

Aplicación del embudo de pronóstico nos permite evaluar el apoyo dinámico para un dado evento, y evaluar el pronóstico de precipitación.

Nos ayuda a establecer si el modelo esta siendo físicamente coherente en su predicción



¿Qué nos dice sobre la confianza en el pronóstico?

Ensamblaje de Modelos

Un hombre con un reloj sabe la hora

Un hombre con dos relojes nunca esta seguro

Predicción del Tiempo

- Pronósticos Determinísticos
- Pronósticos Estadísticos

Ensamblaje de Modelos

Pronósticos Determinísticos

- **Pronostico Determinista**: Uno que busca establecer relaciones de causa/efecto basado en un conjunto de condiciones iniciales.
 - Un solo modelo es considerado
 - Se asume que ese modelo captura la “esencia” de los procesos atmosféricos

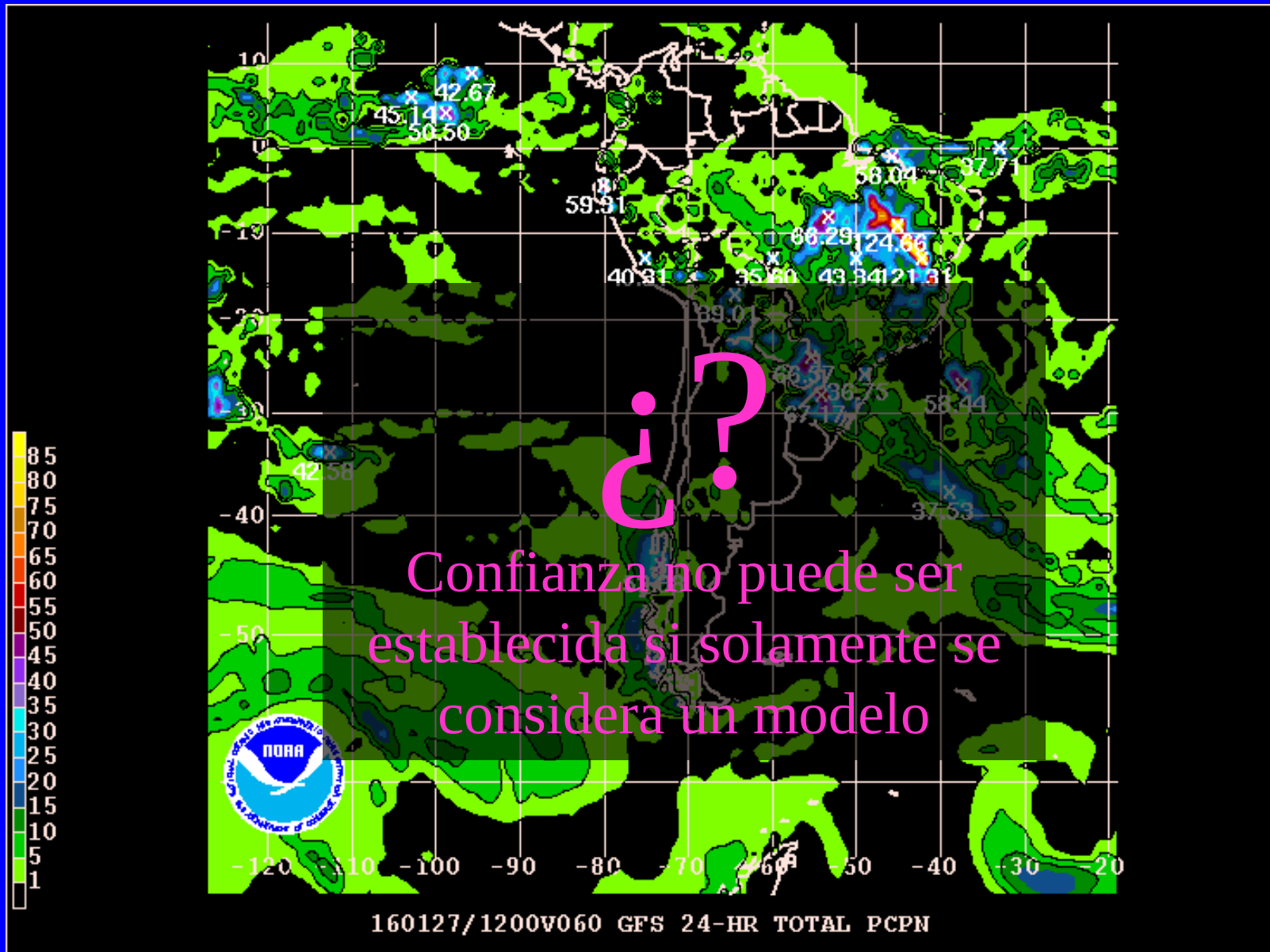
Limitantes de Pronósticos Deterministas

- Las ecuaciones en los modelos no capturan todos los procesos atmosféricos.
 - Las ecuaciones son una aproximación de la atmósfera.
 - Cortes y abreviaciones en las ecuaciones producen errores.
- Los modelos no pueden solucionar ciertos procesos atmosféricos de menor escala sobre un nivel determinado.
 - Los sistemas tienen que tener dimensiones espaciales superiores a **5 veces la resolución** del modelo.
 - Observaciones iniciales no están disponibles en cada punto de la atmósfera.
 - Hay limitantes en los datos, tanto en la vertical como en la horizontal
 - Problemas de precisión en los datos iniciales/de análisis.
 - Errores en condiciones iniciales

Previsibilidad de los Modelos

- Se deben considerar las posibilidades de errores
 - En las condiciones iniciales
 - La verificación de los análisis
 - Sistemas de asimilación de datos
 - Imprecisiones de los modelos (física, dinámica, horizontal, vertical, y escalas temporales, *etc.*)
 - Los efectos de cálculos (números truncados, sistemas de procesamiento, etc.),
 - Y muchas otras cuestiones.
- Debido a todo esto, las previsiones determinísticas, de un solo modelo, nunca serán totalmente correctas.

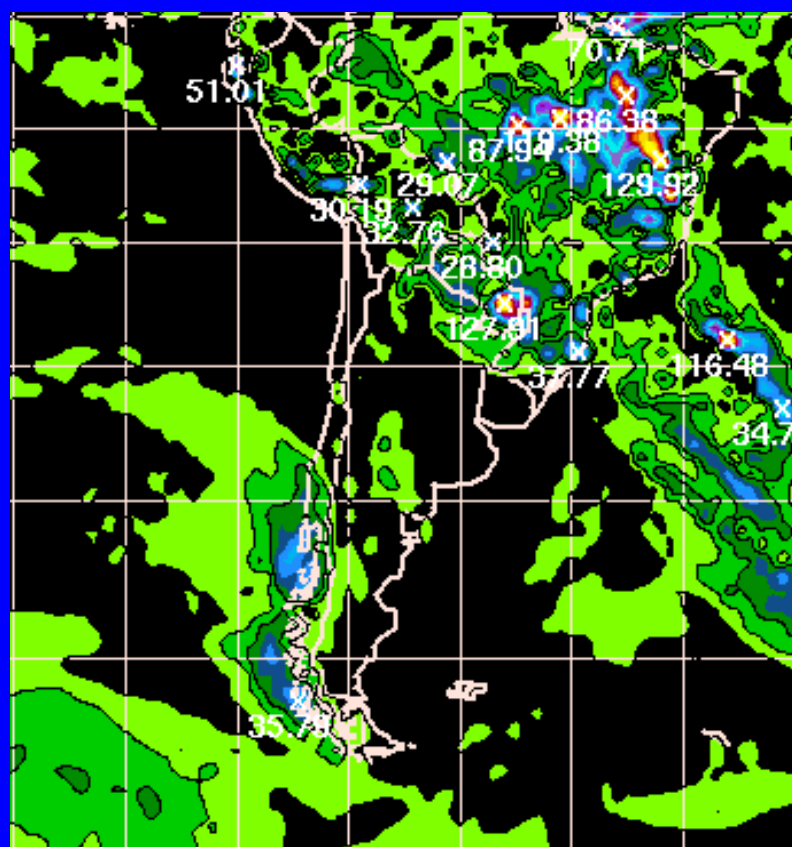
Incertidumbre del Pronostico



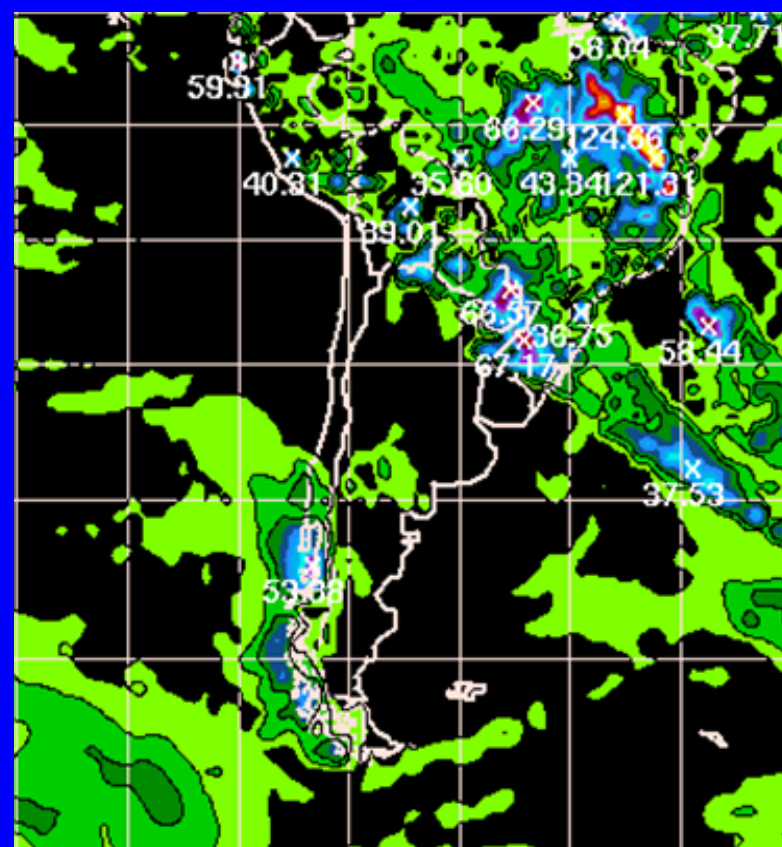
Ensamblaje de Modelos Pronósticos Estadísticos

- Un ensamblaje consiste de dos o mas modelos que son validos, o verifican, en una misma hora
 - Ej. el GFS de las 00Z vs. el de las 12Z
- La idea es que mientras mas modelos la probabilidad de solucionar procesos físicos atmosféricos aumenta
 - Ayuda a establecer confianza en el pronostico

Comparación de dos Salidas del GFS (Validas el 27/12Z)

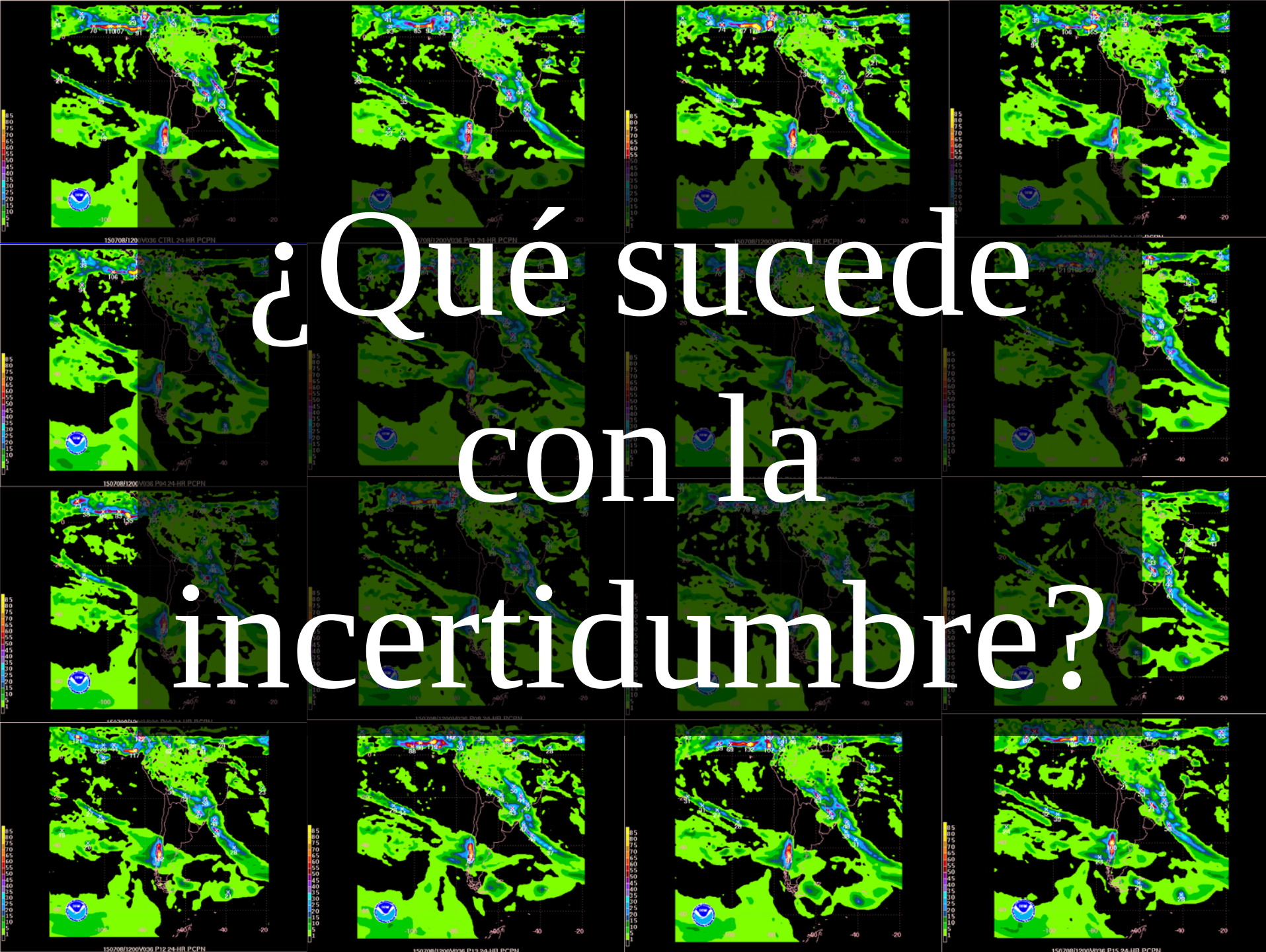


160127/1200V036 GFS 24-HR TOTAL PCPN



160127/1200V060 GFS 24-HR TOTAL PCPN

¿Qué sucede
con la
incertidumbre?



Sistema de Pronósticos de Ensamblaje (SPE)

- SPE considera la naturaleza caótica de la atmósfera y las limitantes de la predicción numérica.
- SPE evalúa cuan grande es la **incertidumbre** en un pronóstico.
- SPE nos estima la **probabilidad** que un dado pronóstico se cumpla/verifique.

Ensamblaje de Modelos

- En el NCEP, actualmente se corren **21 miembros diferentes** por ciclo (00, 06, 12, 18), y para **dos sectores**
 - El GEFS global, y el SREF regional
- En el Centro Europeo ellos corren mas de 50 miembros por ciclo.
- Los productos de los modelos Británicos (UKMET) y Europeo (ECMWF) son incluidos en nuestra derivación del ensamblaje global.

Herramientas del SPE

- Evaluación del Modelo:
 - Grafico de “Espaguetti”
 - Promedio de los Miembros y la Diferencia
- Evaluación del Pronostico de Precipitación
 - Probabilístico vs. Estadístico



Evaluación del Modelo

Ejemplo: Grafico Espagueti Total

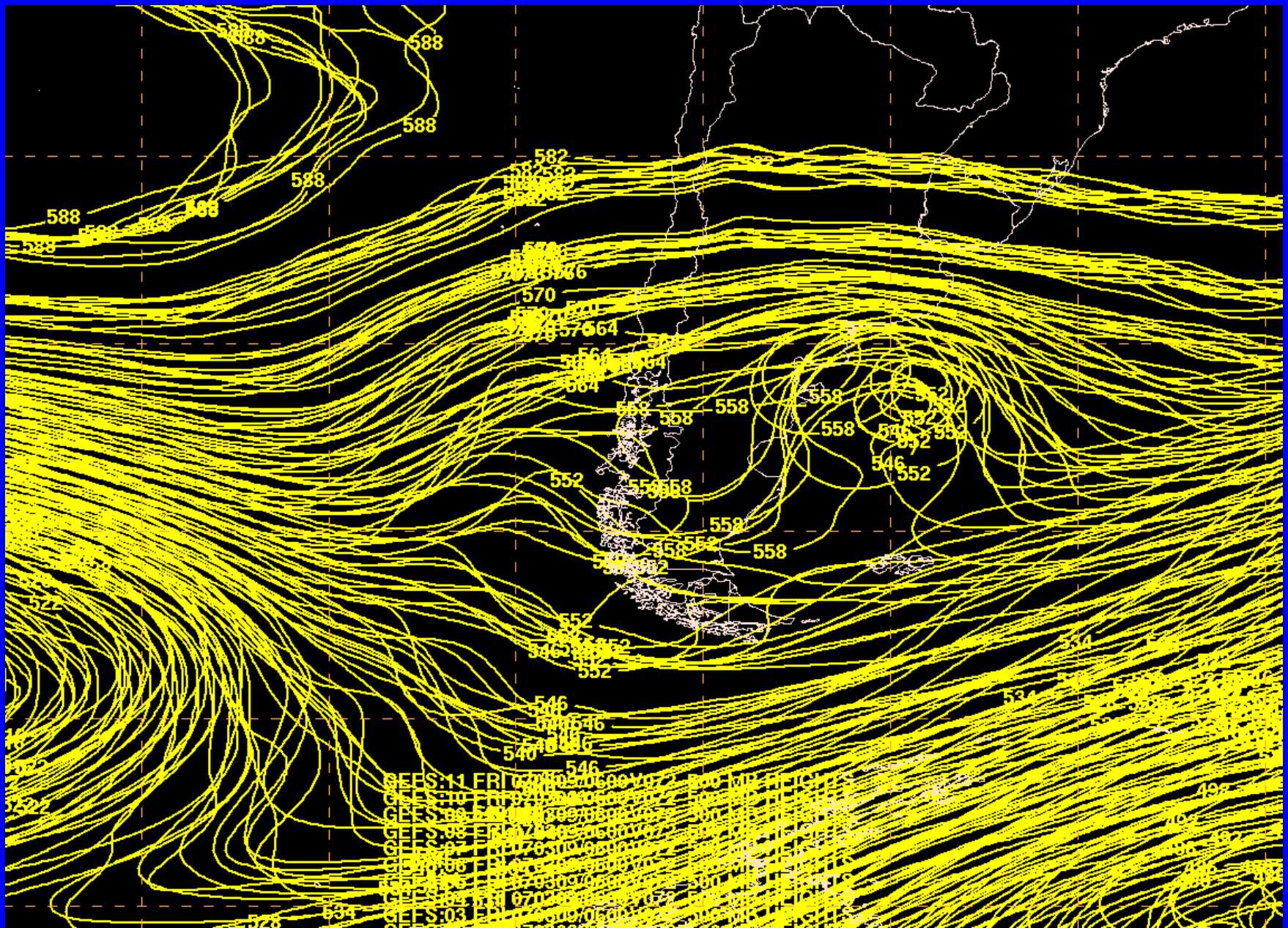
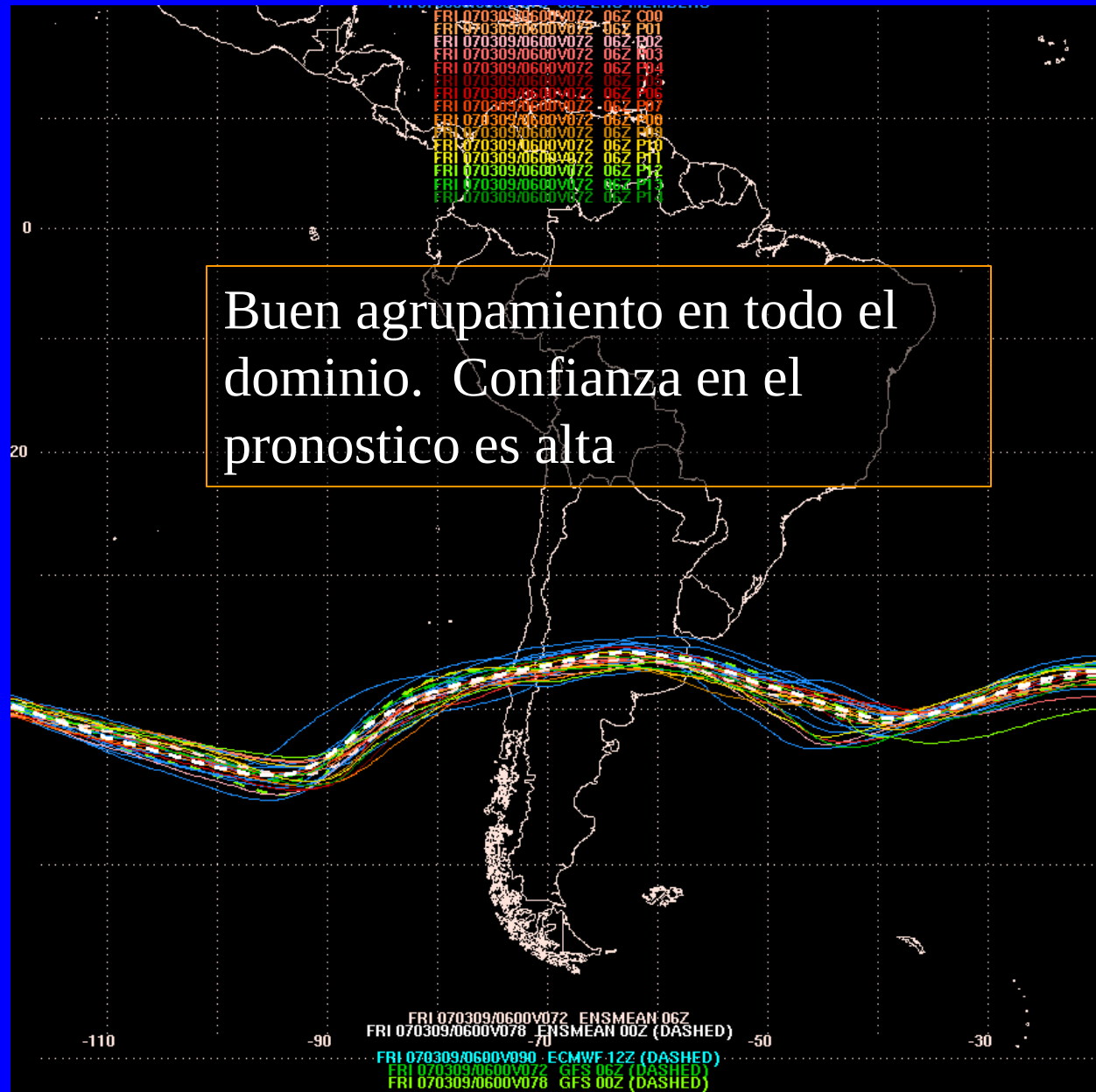


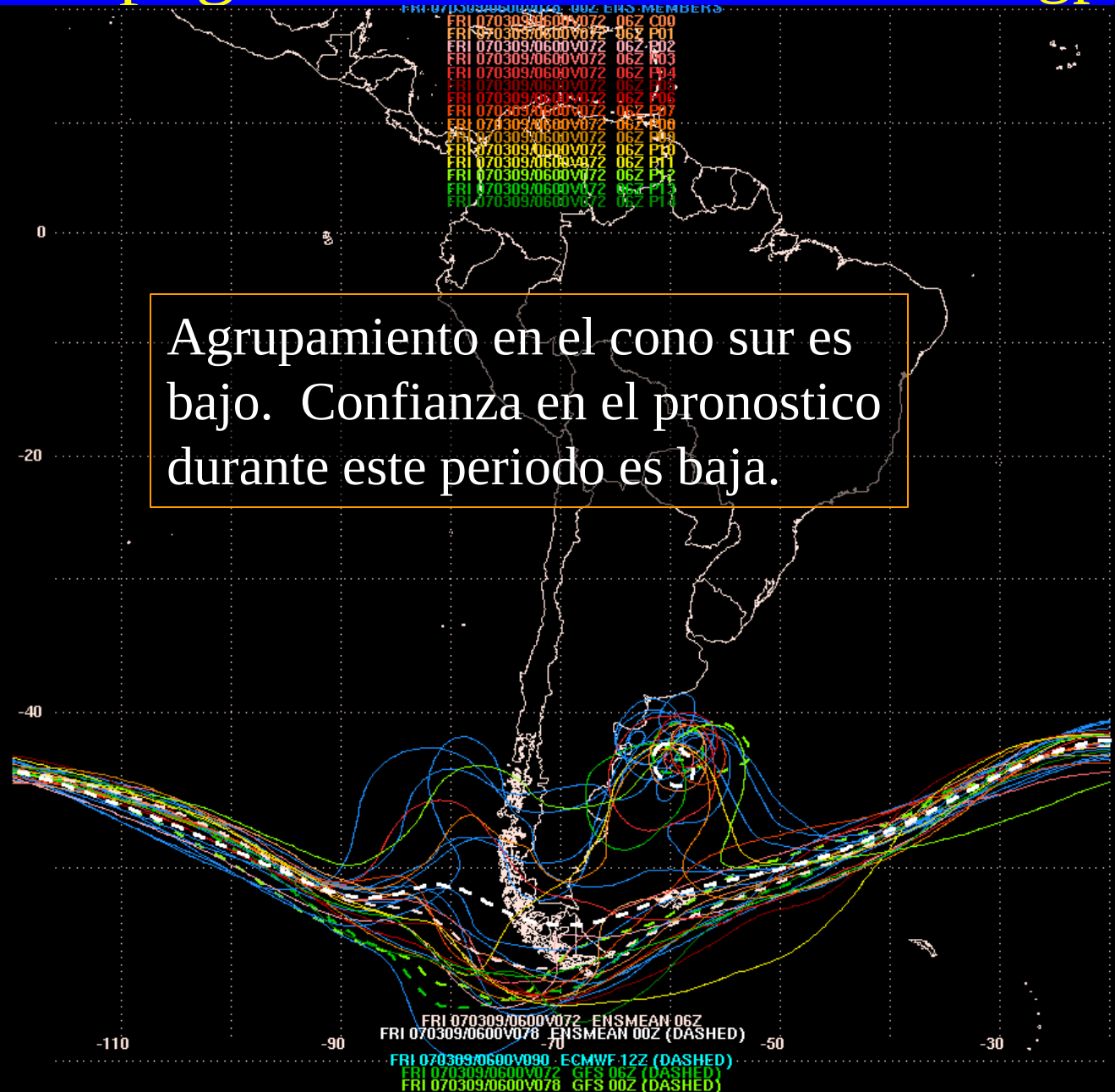
Grafico de Espaguetti

- La interpretación es mas fácil cuando se grafica un solo contorno
 - Ej. la 540 dm, 552 dm, 564 dm, etc.
- La variabilidad, así sea alta o baja, nos sirve para establecer confianza en el pronostico.
 - Buen agrupamiento es típico durante las primeras horas de la corrida del modelo.
 - Los miembros tienden a diferir con el pasar del tiempo y las perturbaciones se hacen mayores.
 - La incertidumbre crece según se expande el periodo del pronostico.

Carta Espagueti: Contorno 5,570 mgp



Carta Espaguetti : Contorno de 5,520 mgp



Ventajas / Limitantes del Grafico de Espaguetti

- Ventajas
 - Concisa presentación de la información
 - Muestra todos los miembros
- Podemos tener una idea de la probable distribución de los contornos previstos que muestra
- Limitantes
 - Al solo ver un contorno, no da una visión completa del patrón total
 - Requiere información adicional para la buena interpretación de los productos

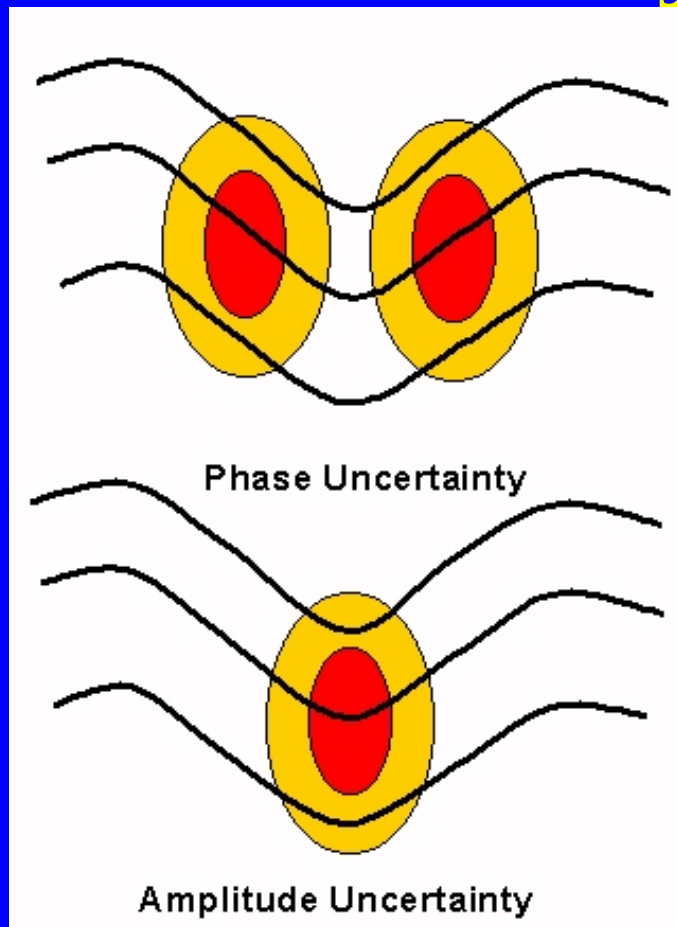
Promedio de los Miembros y la Diferencia/Variabilidad

- El grafico de *espagueti* es una herramienta *subjetiva* para que el usuario identifique donde los miembros difieren.
- El *promedio* de los miembros y su *diferencia*, es una herramienta *objetiva* que el usuario puede utilizar para reconocer áreas de diferencia entre los modelos.

Promedio del Ensamblaje

- **Agrupamiento**: Un método automático que identifica, extrae salidas parecidas y deriva productos de estas soluciones.
- Cuando los miembros del ensamblaje se desvían del promedio esto sugiere baja confianza en el pronóstico.
- Cuando los miembros se agrupan alrededor del promedio la confianza en el pronóstico es alta.
 - Generalmente, en latitudes medias y altas, notaran buen agrupamiento de los miembros hasta 60-84 hrs.
 - Cuando los modelos divergen a partir de 48 hrs, tenemos un pronóstico de muy baja confianza

Interpretación del Grafico de Promedio y Diferencias

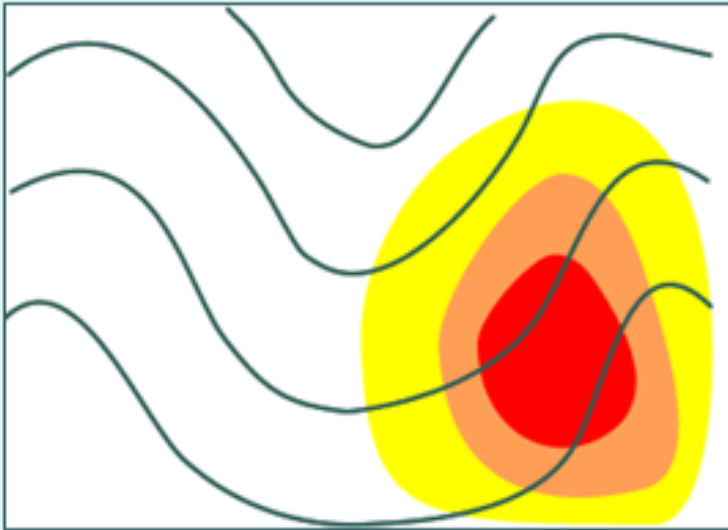


➤ **Dos Dipolos:** Sugiere diferencia de horas o temporales entre los miembros.

➤ **Un Solo Núcleo:** Sugiere diferencias de amplitud entre los miembros.

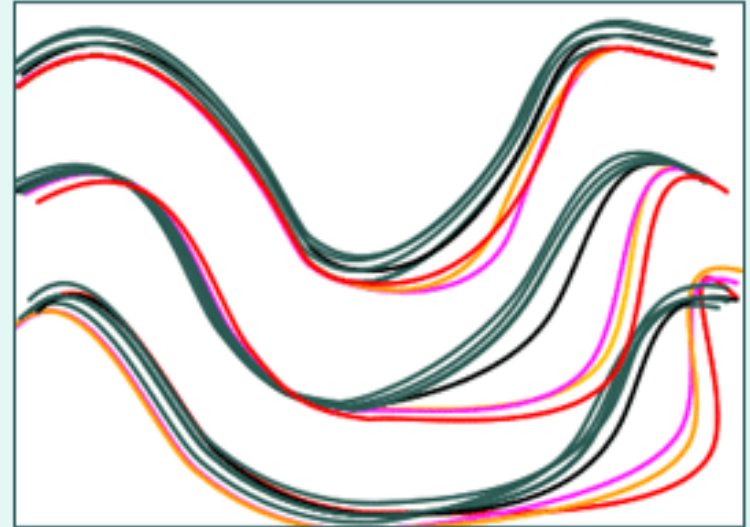
Grafico de Promedio y Diferencias

Diagrama hipotético de la media y dispersión
del pronóstico por conjuntos de alturas a 500 hPa
Media del conjunto: isohipsas (m)
Desviación típica: tonos de colores (rojo = más alta)



©The COMET Program

Diagrama espagueti hipotético del pronóstico por
conjuntos de alturas a 500 hPa: miembros muy
diferentes de la media del conjunto en colores

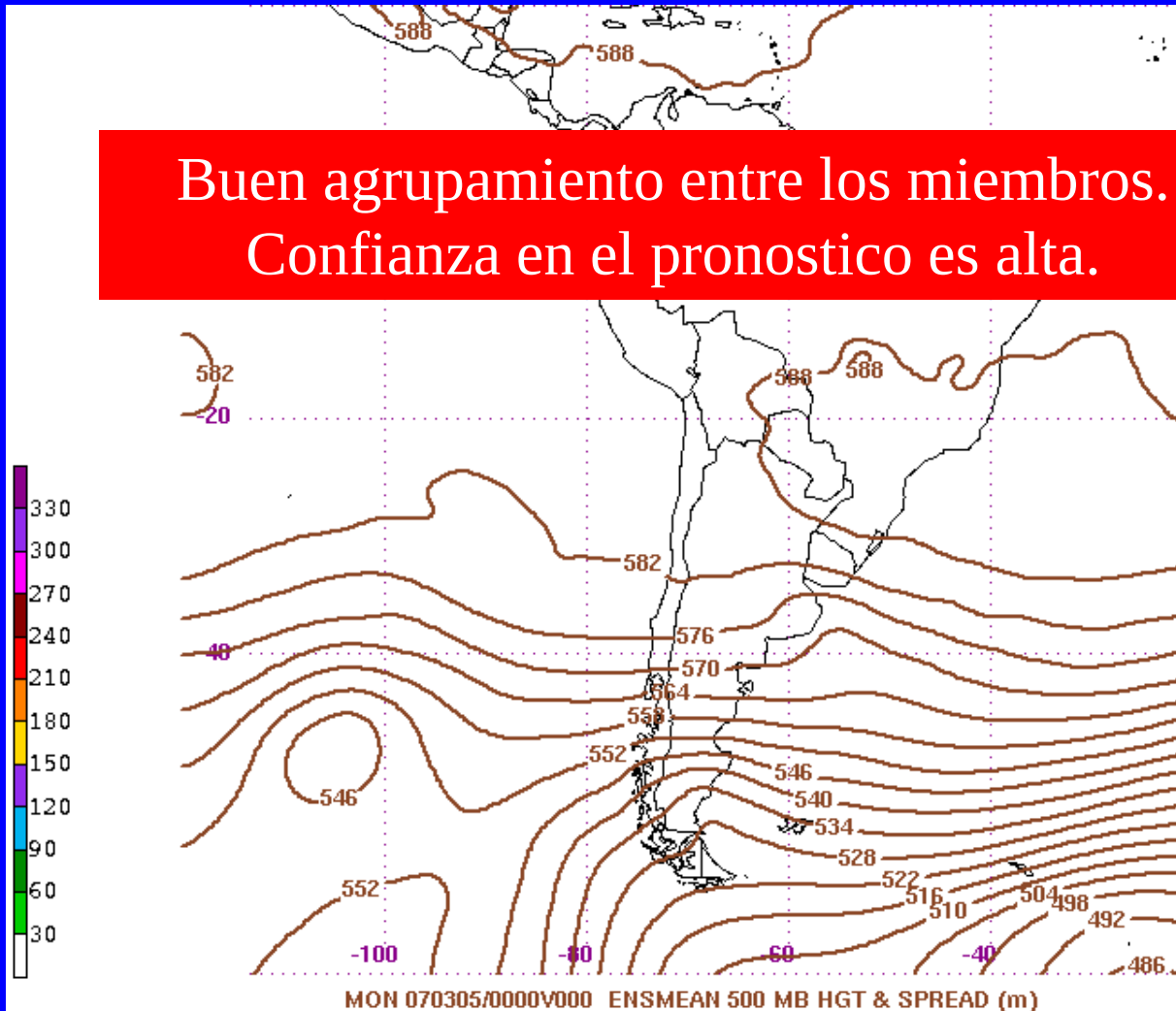


©The COMET Program

A menudo resulta útil examinar los diagramas espagueti para entender mejor los diagramas de media y dispersión.

Ejemplo Carta Promedio y la Diferencia Miembros en Excelente Acuerdo

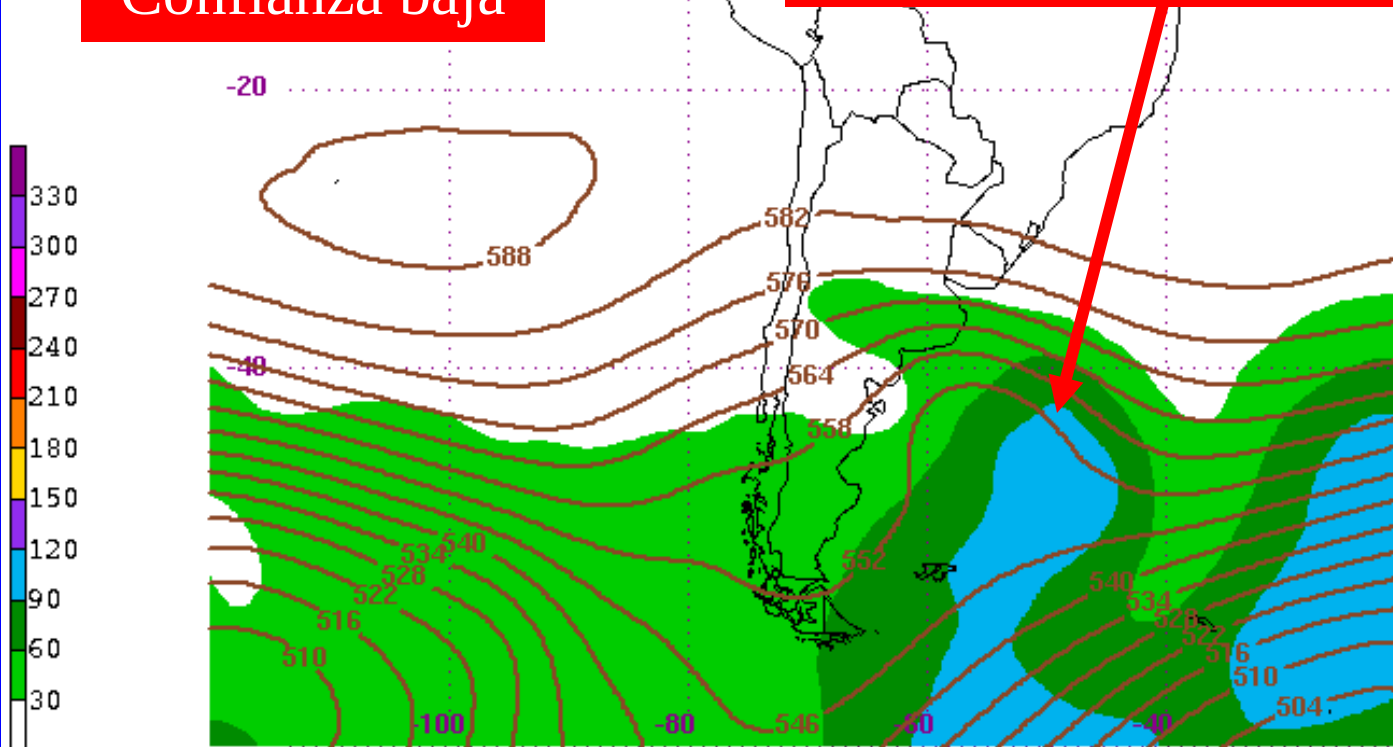
Buen agrupamiento entre los miembros.
Confianza en el pronostico es alta.



Ejemplo Carta Promedio y la Diferencia Miembros con Diferencias Temporales

Tendencia a
acelerar.
Confianza baja

¿Qué impacto tiene el que
veamos diferencias grandes en
la parte delantera de la vaguada?

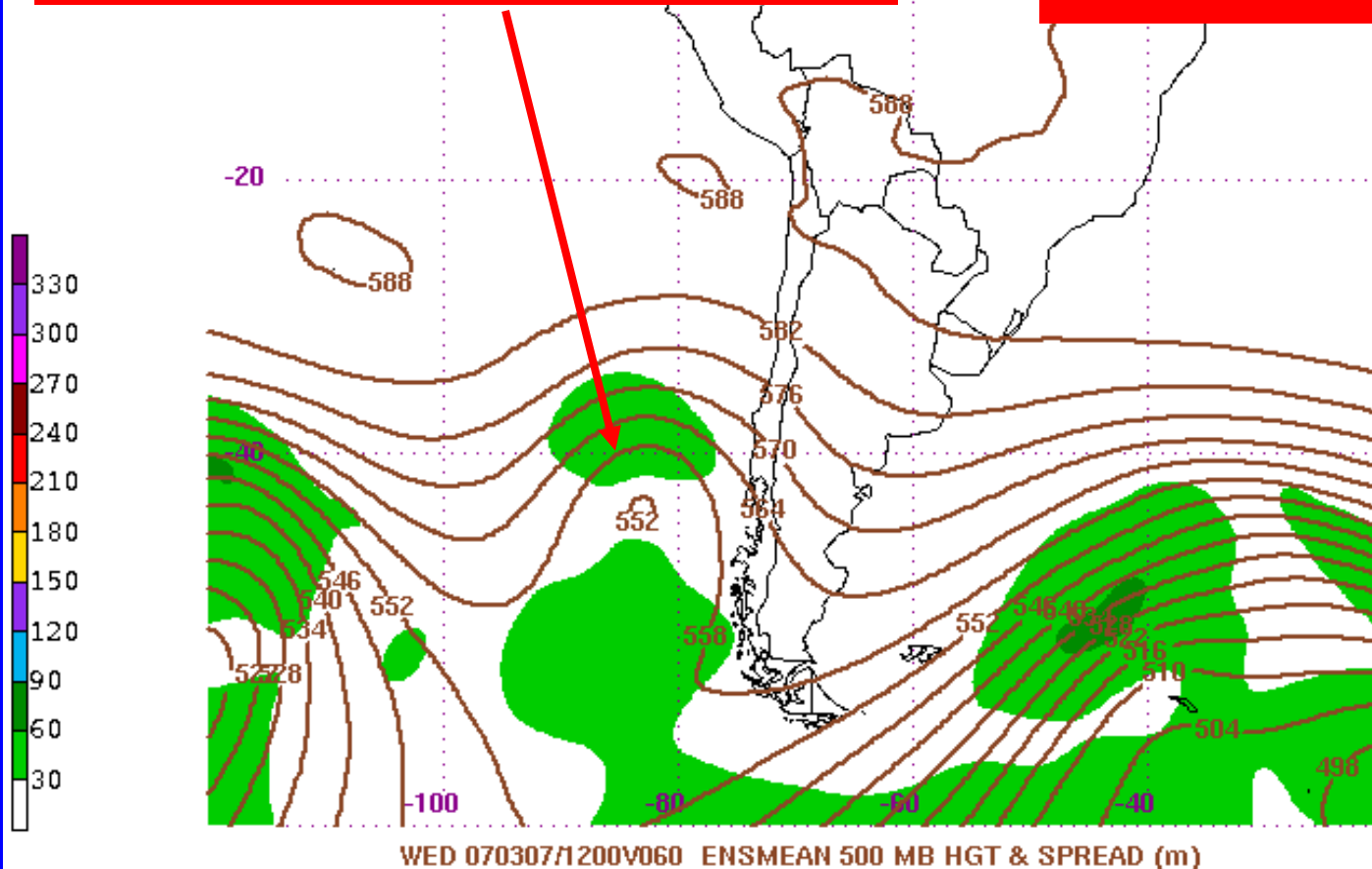


FRI 070309/1200V108 ENSMEAN 500 MB HGT & SPREAD (m)

Ejemplo Carta Promedio y la Diferencia Miembros con Diferencias de Amplitud

¿Qué impacto tiene el que veamos diferencias grandes a lo largo del eje vaguada?

Tendencia a ampliar. Confianza moderada



Ventajas del Promedio del Ensamblaje y la Diferencia/Variabilidad

- Presentación concisa
- Características impredecibles son suavizadas en el promedio
 - En general, el promedio del ensamblaje tiende a verificar mejor, después de 84 horas
- La variabilidad nos permite cuantificar la incertidumbre
 - Cuando la variabilidad es baja, la confianza y probabilidad de que verifique son altas.
 - Cuando la variabilidad es alta, la confianza y probabilidad de que verifique el pronóstico es baja.

Limitantes del SPE

- **La atmosfera no es una democracia**
 - El asumir que una mayoría plural es suficiente para establecer confianza en un pronostico es una noción falsa
 - Van a haber situaciones donde uno solo de los modelos es el que va a estar correcto.
- El promedio del SPE tiende a ser parcial al modelo operacional

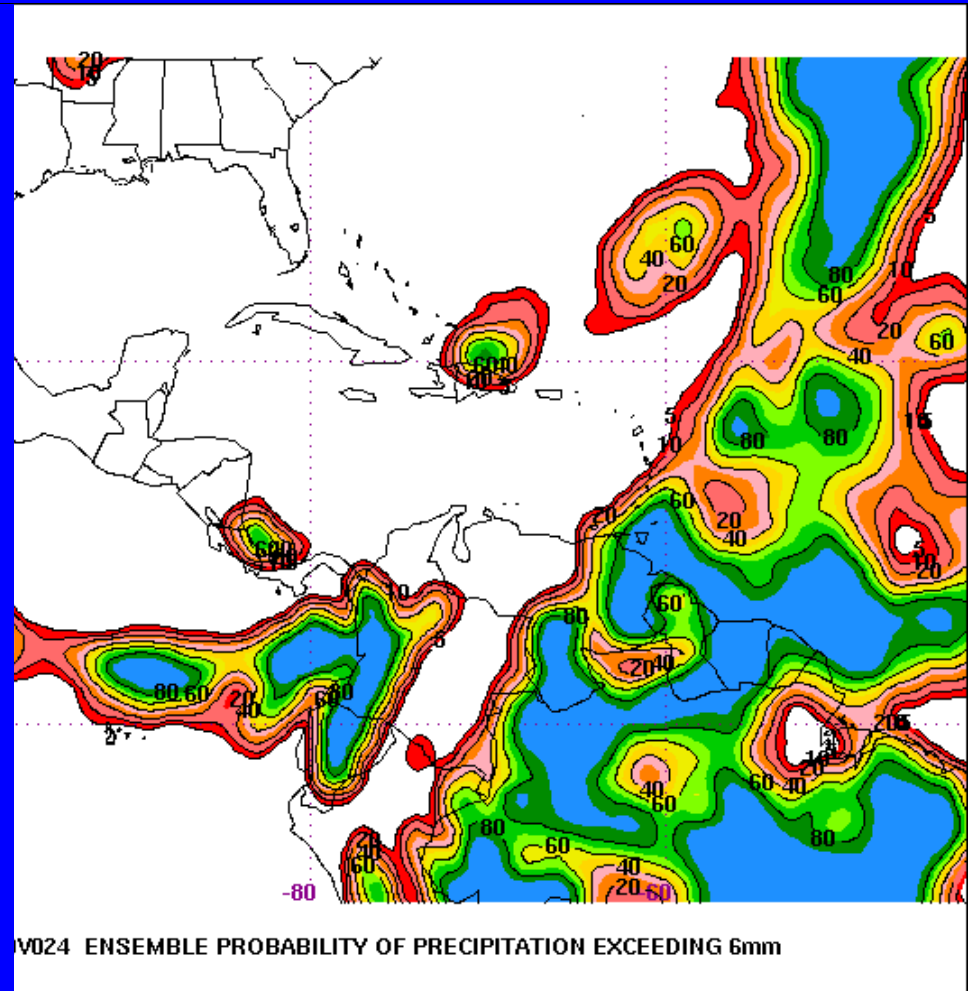
Verificación

- En el nivel de 500 hPa, el promedio de los miembros del ensamblaje de NCEP *es mas confiable* que cualquiera de los miembros individuales a partir de las 84/96 hrs.
 - Esto es basado en estudios estadísticos en NCEP, con similares resultados en la oficina del UKMET y el Centro Europeo (ECMWF)
- Resolución Baja vs. Alta
 - El tener mas miembros en un ensamblaje puede ayudar a sobrepasar limitantes de baja resolución.
 - Alta resolución requeriría menos miembros pero el tiempo de corrida aumenta.

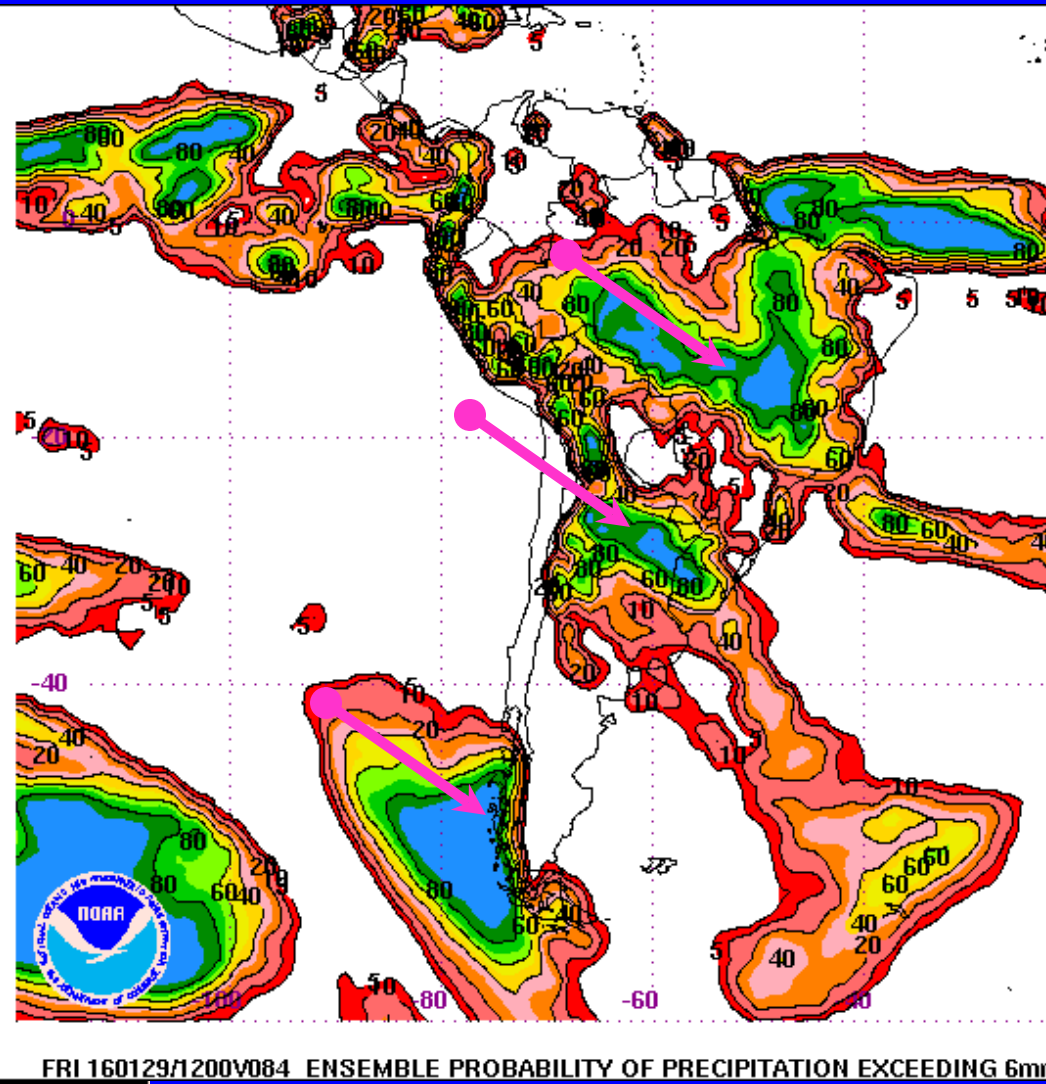
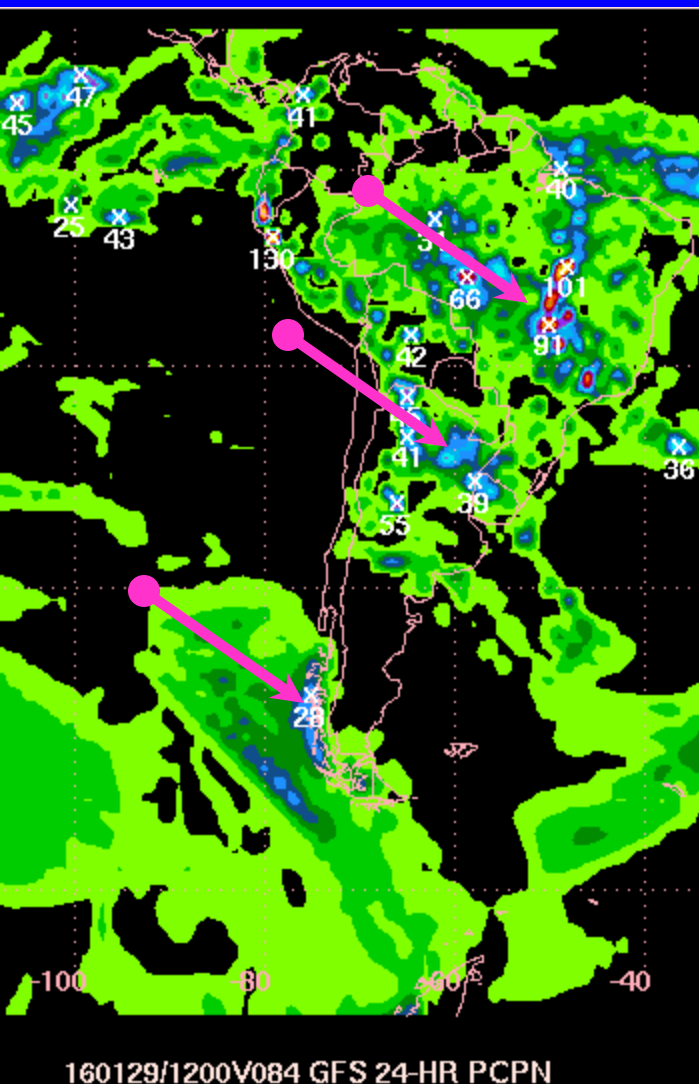
Evaluación del Pronostico de Precipitación

Probabilidad que sea Excedido

- Ayuda a determinar la probabilidad de un determinado evento.
- Da la probabilidad de que un dado umbral pueda ser excedido
 - Numero representa que porciento de los miembros exceden el umbral
- Ejemplo en este caso es de precipitación en 24 horas superior a 6 mm.

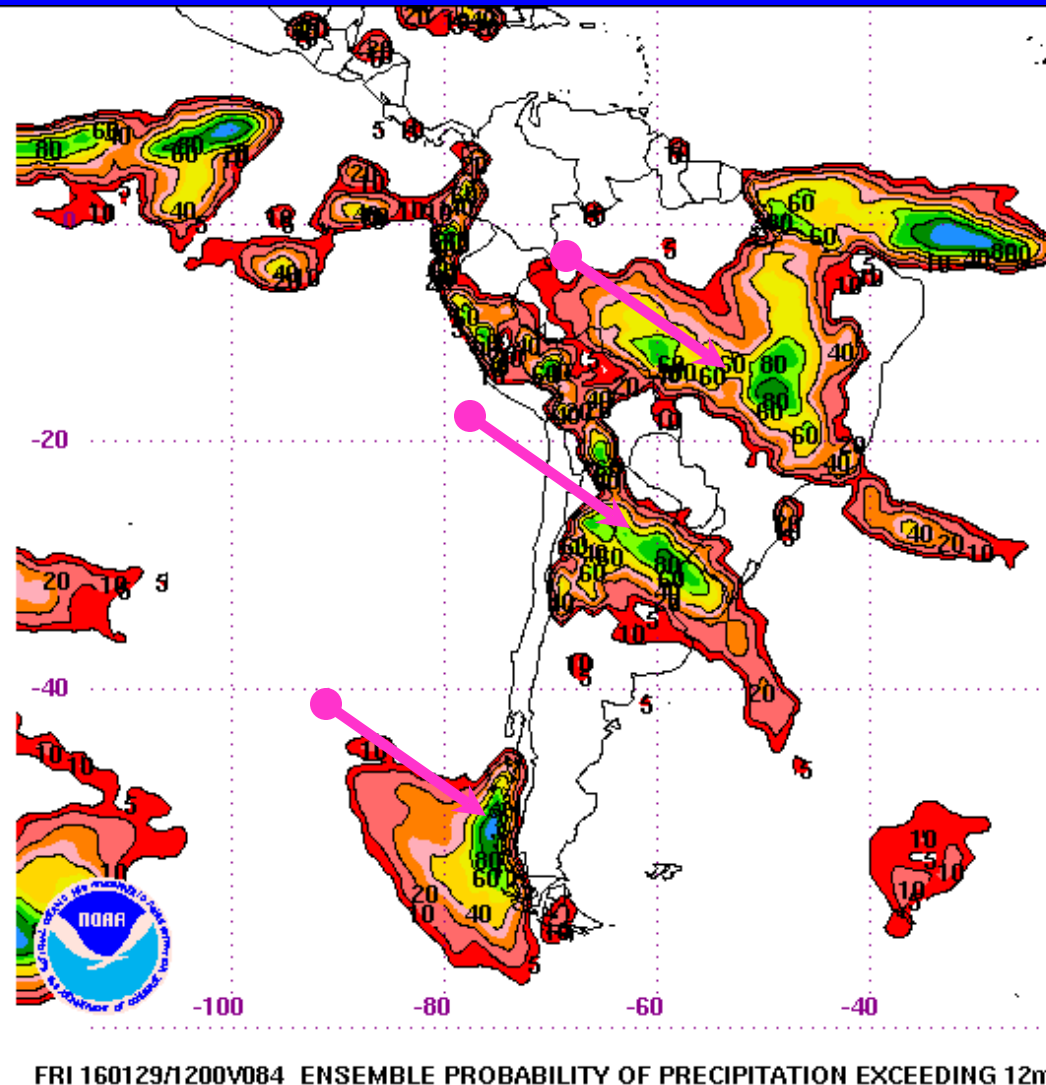
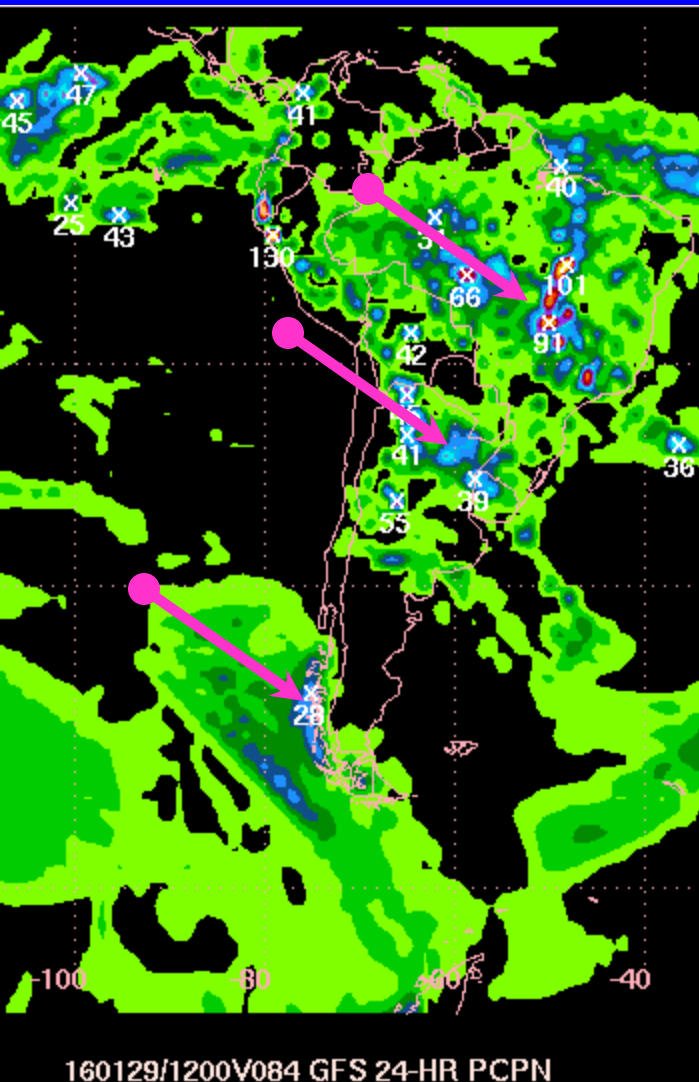


Probabilidad que sea Excedido: 6mm



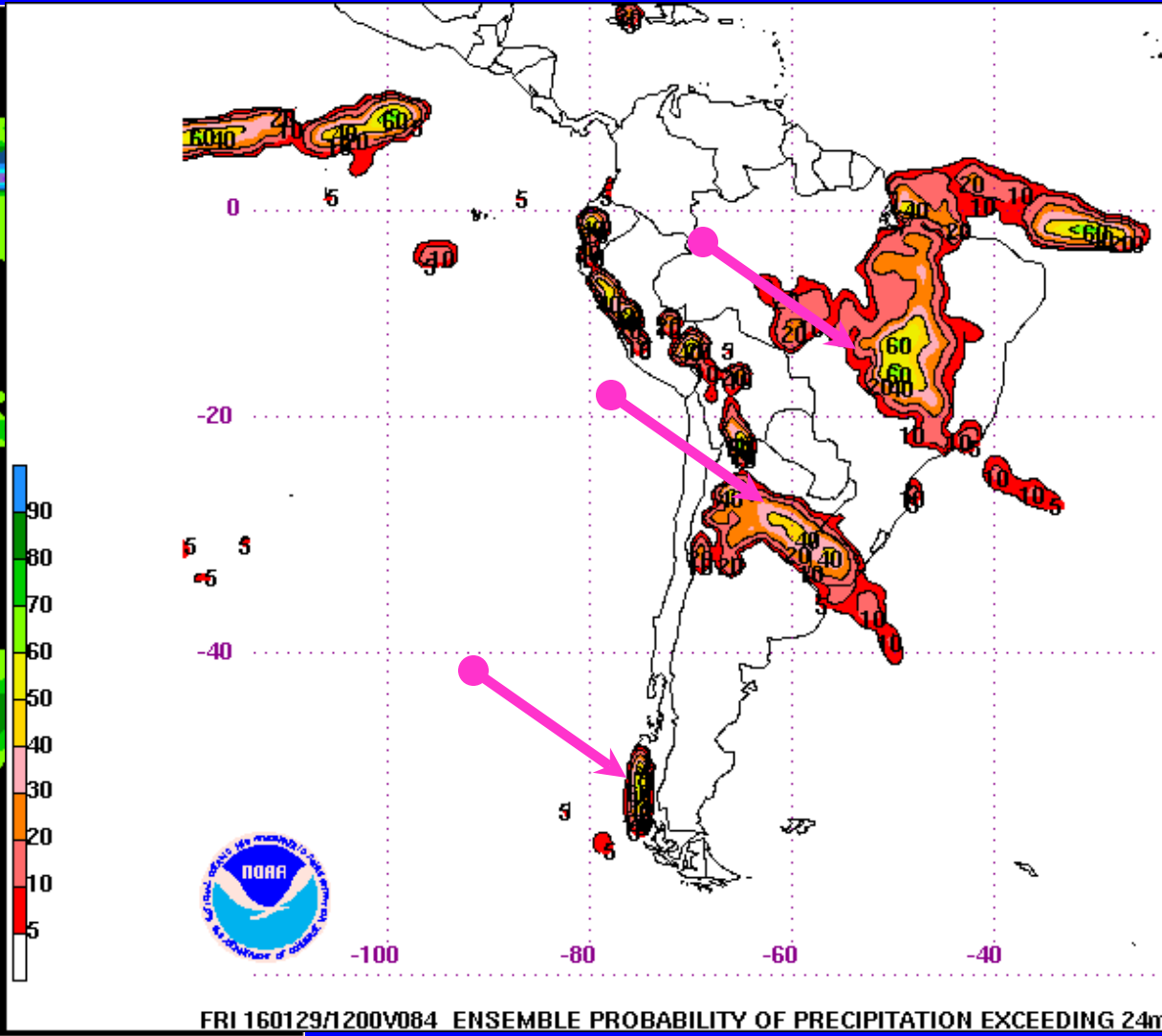
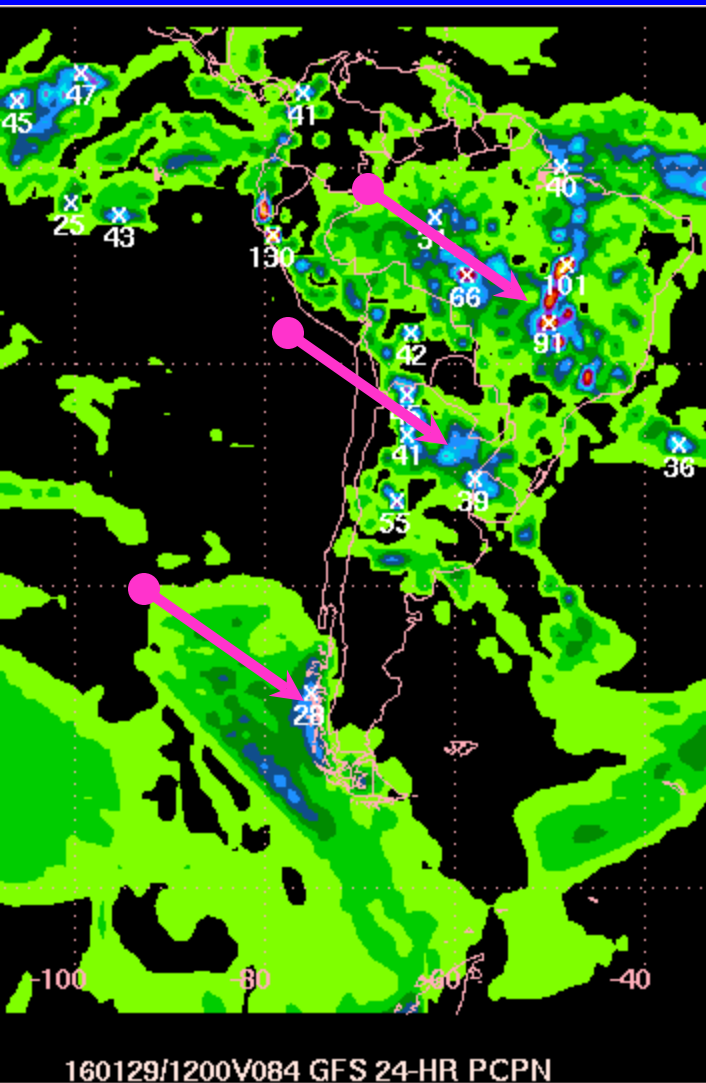
¿Qué tan confiable es el pronóstico de mas de 6mm?

Probabilidad que sea Excedido: 12mm

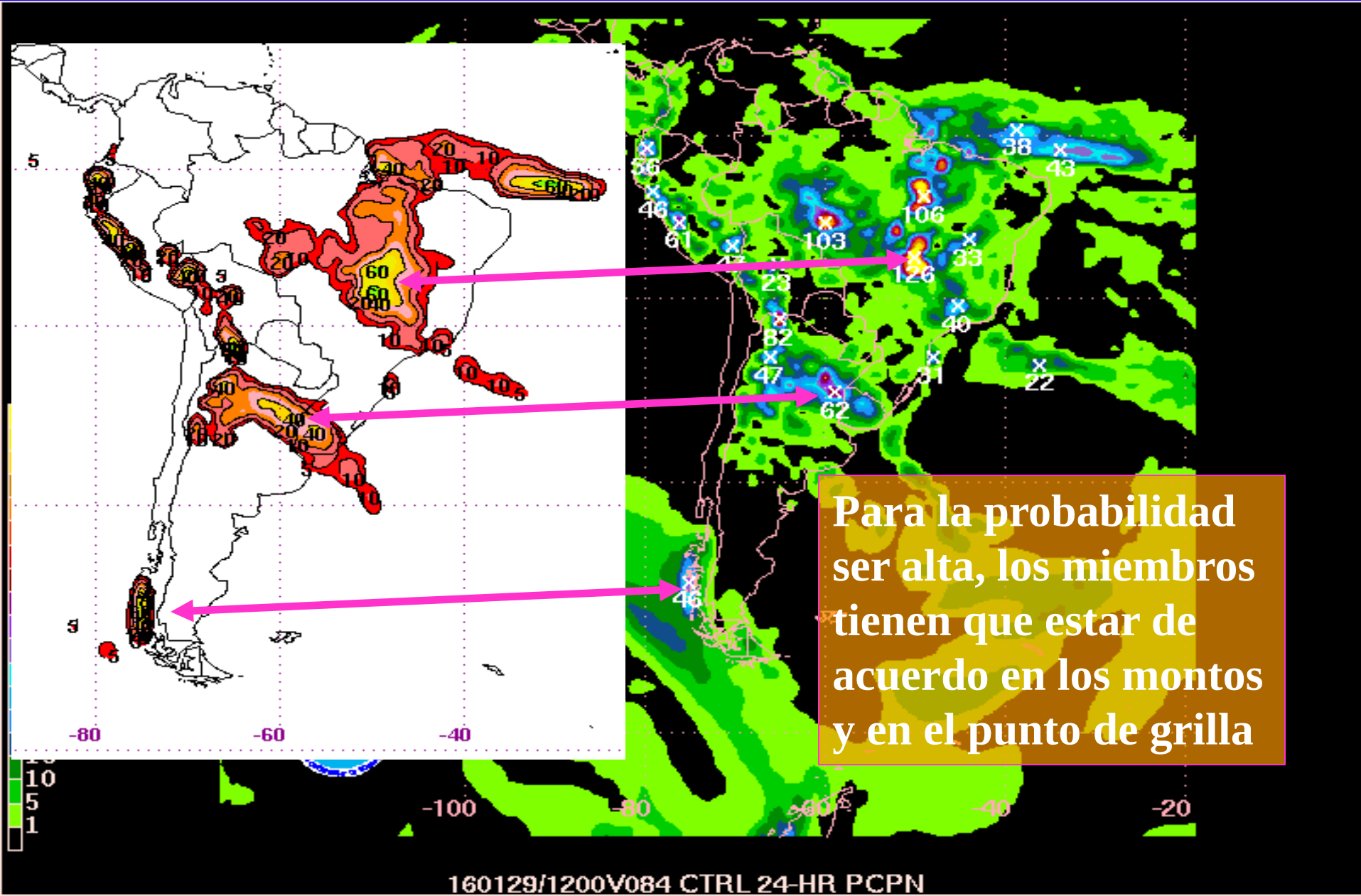


¿Qué tan confiable es el pronóstico de mas de 12mm?

Probabilidad que sea Excedido: 24mm



Animación de los Miembros vs. PQPF



Ventajas y Limitantes del Grafico de la *“Probabilidad que sea Excedido”*

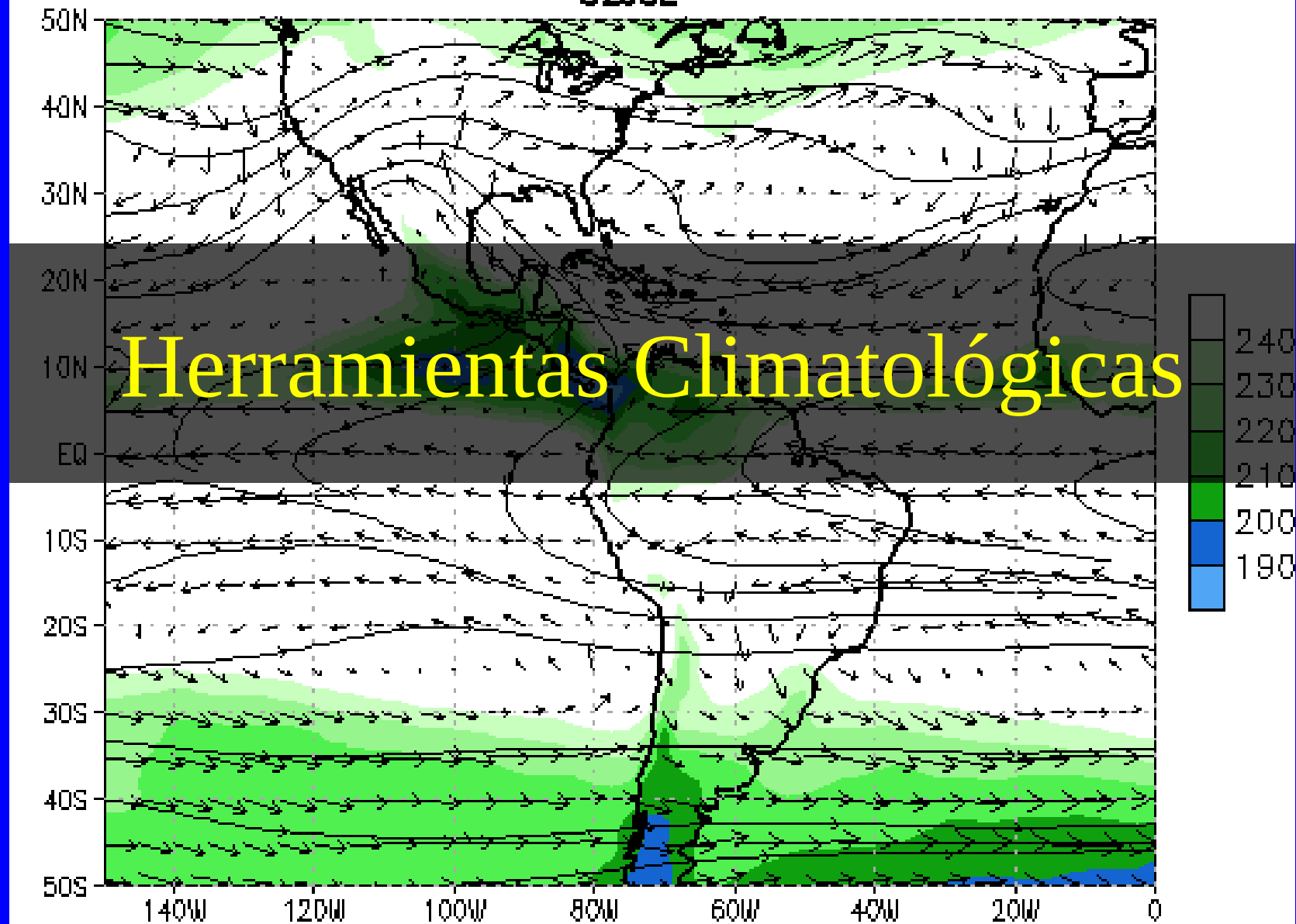
- Ventajas
 - Conciso despliegue
 - Se centra en valores críticos
- Desventajas
 - Sólo muestra una porción de la distribución de probabilidades para un pronóstico, en lugar de la plena distribución y como resultado:
 - No muestra directamente el grado de incertidumbre en la previsión del ensamblaje
 - Puede ocultar soluciones, que aun siendo menos probables, en caso de que se produjeran, tendría mayor impacto

Pronostico Probabilístico de Lluvia

- Nota: Si el forzamiento es ***en micro escala***, y en ocasiones a meso escala, la tendencia de este método va a ser a subestimar el potencial de fuertes lluvias.
 - El GFS versión operacional es el que en general nos dará la mayor resolución y montos mas altos de lluvia
- Es recomendable darle mas peso a la evaluación de los miembros del ensamblaje

OLR, 200-hPa Streamlines and 850-hPa Wind Clim (1979-1995)

02JUL



Data Sources: OLR - NESDIS/ORA, Winds - NCEP CDAS/ Reanalysis

ENSO

- El calentamiento/enfriamiento del agua del mar tiene un impacto grande en la distribución de humedad atmosférica
- Con el calentamiento/enfriamiento se distorsionan las áreas normales de alta y baja presión, los gradientes y el flujo

Corrientes Oceánicas

Br – Corriente del Brasil

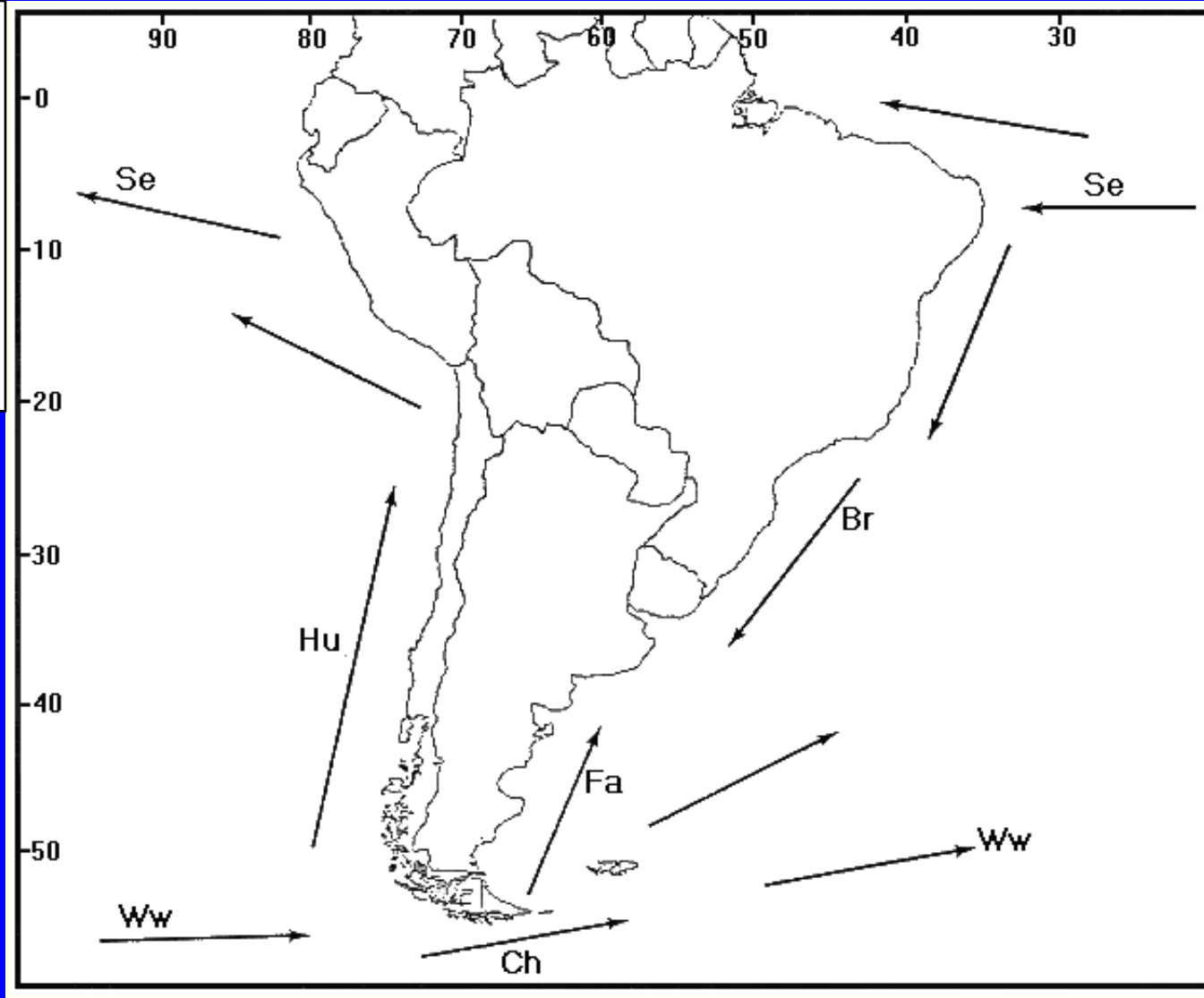
Ch – Cabo de Hornos

Fa – Malvinas

Hu – Humboldt (o de Perú)

Se – Corriente Ecuatorial Sur

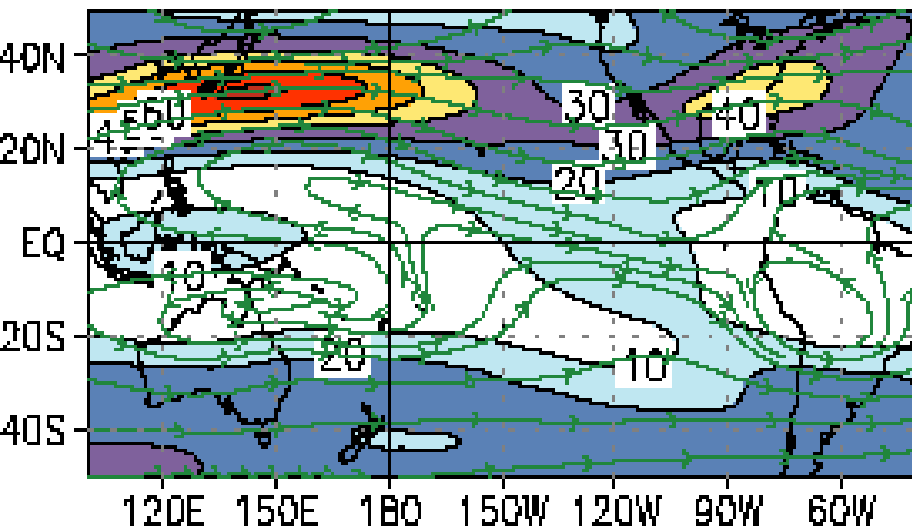
Ww – Corriente Circumpolar



Corriente en Chorro – 200 hPa

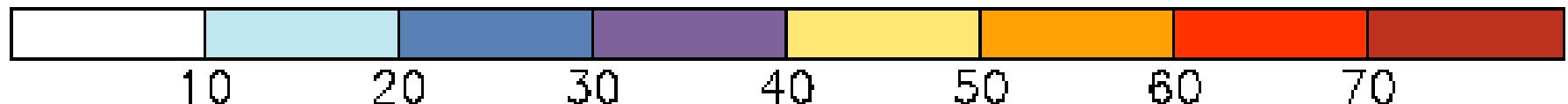
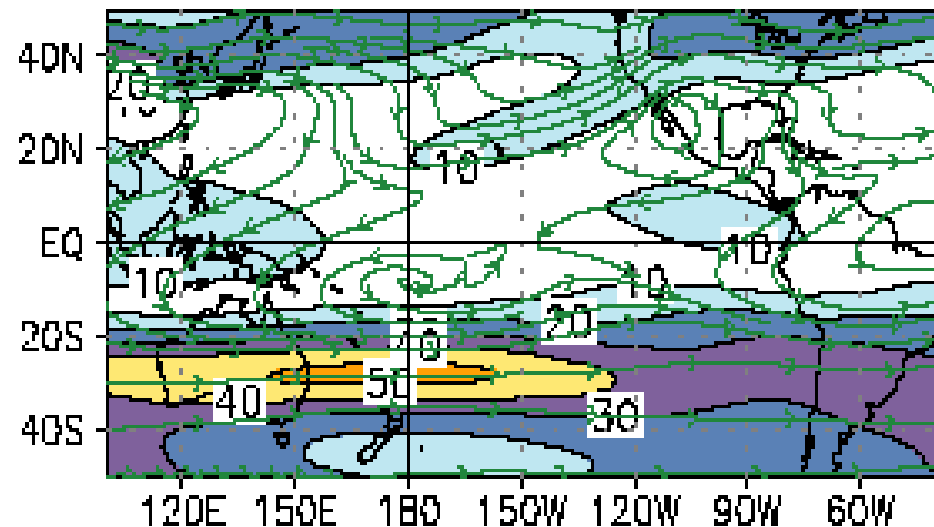
January-March

Jetstream (200 mb) Wind (m/s)



July-September

Jetstream (200 mb) Wind (m/s)

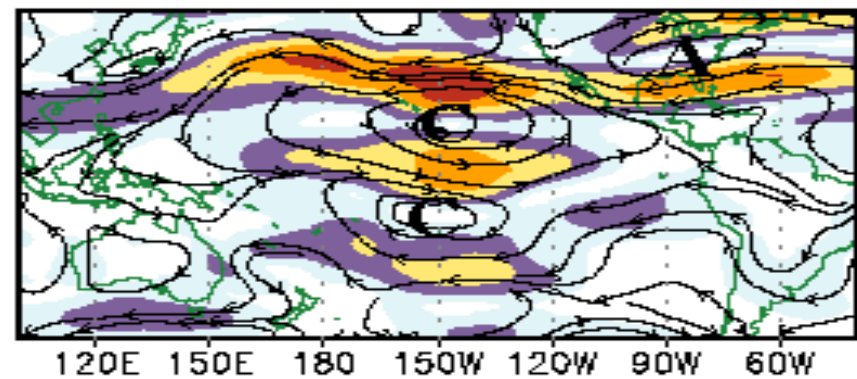
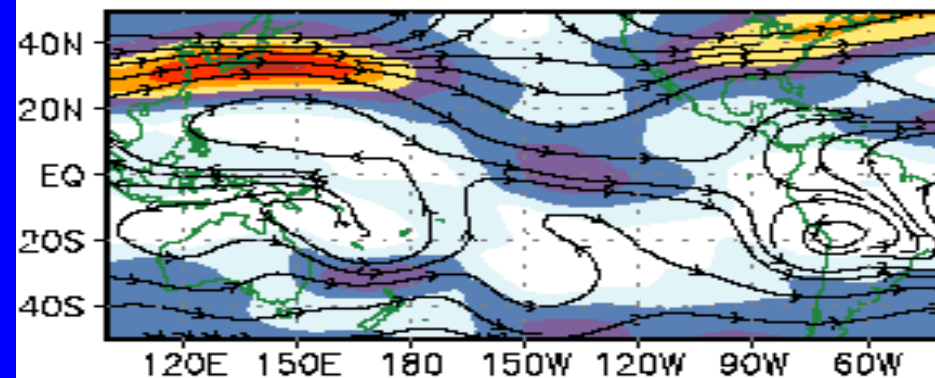


Corriente en Chorro/Jetstream Fase Fría

Jetstream (200 mb) Wind (m/s) January-March 1989

Mean

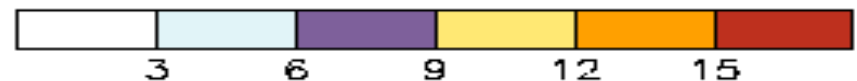
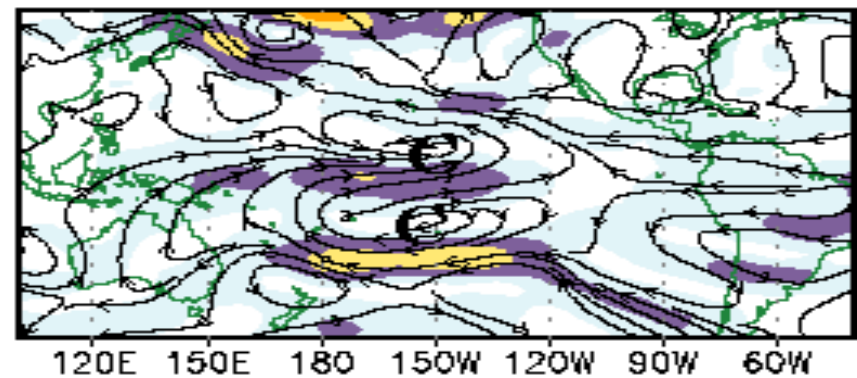
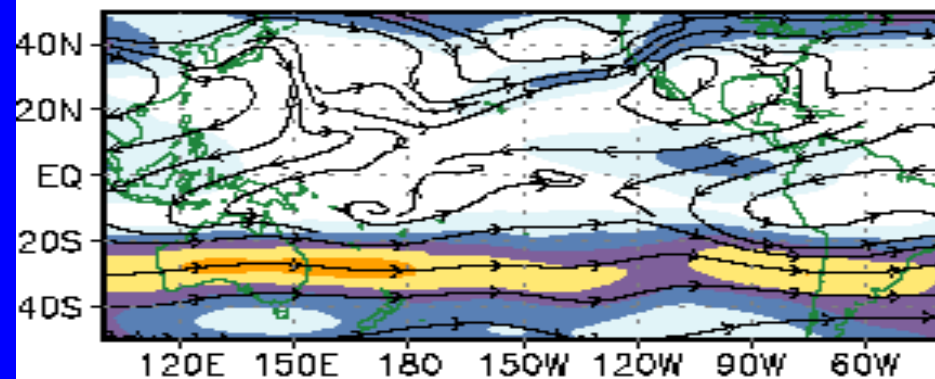
Departures from Ave.



July-September 1988

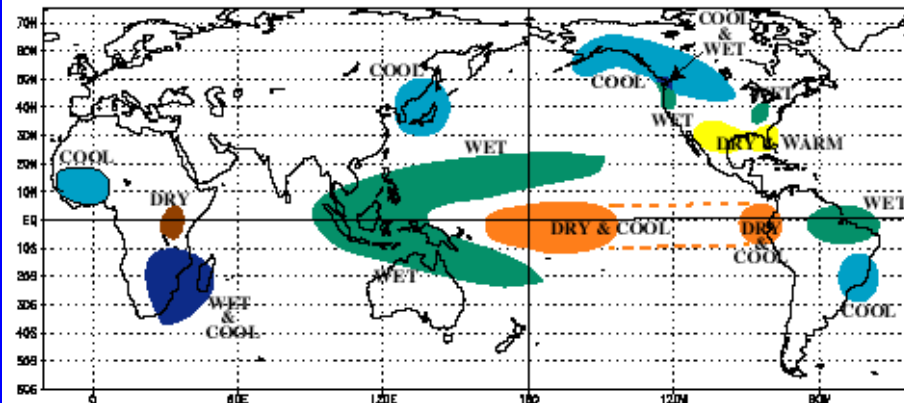
Mean

Departures from Ave.

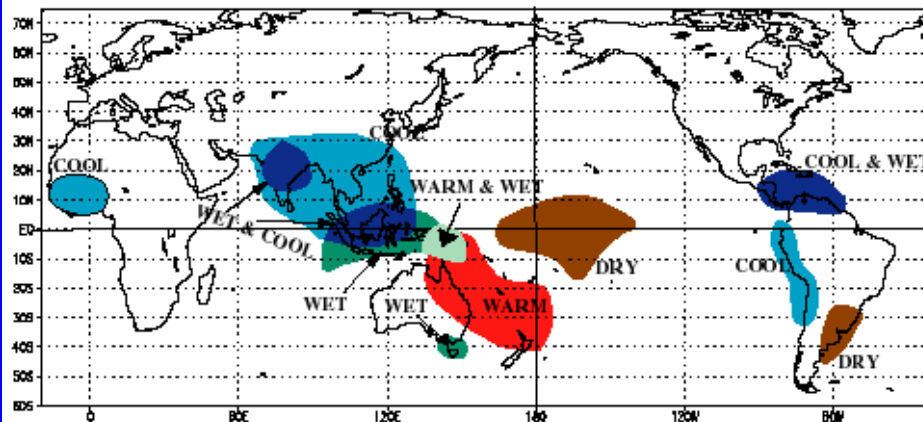


Impacto Global Fase Fría

COLD EPISODE RELATIONSHIPS DECEMBER - FEBRUARY



COLD EPISODE RELATIONSHIPS JUNE - AUGUST



Climate Prediction Center
NCEP

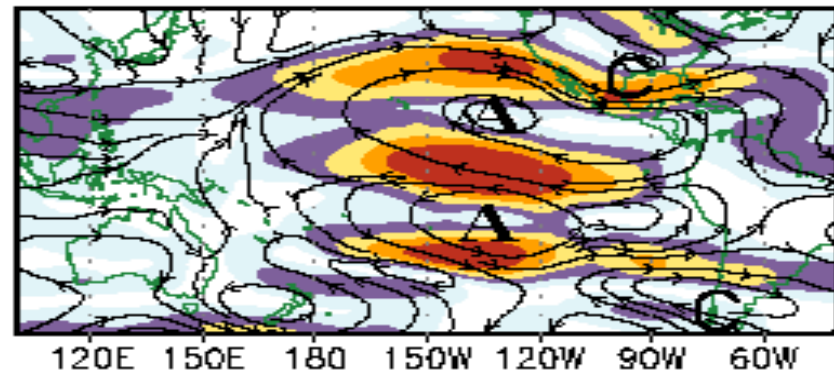
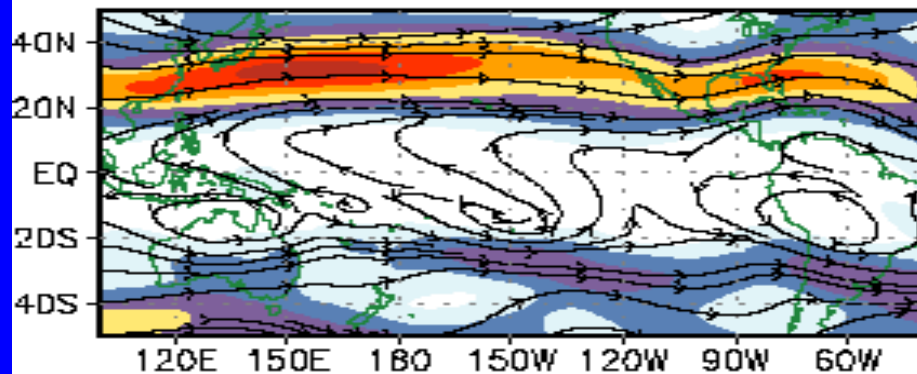
Corriente en Chorro/Jetstream

Durante Fase Cálida

Jetstream (200 mb) Wind (m/s) January-March 1998

Mean

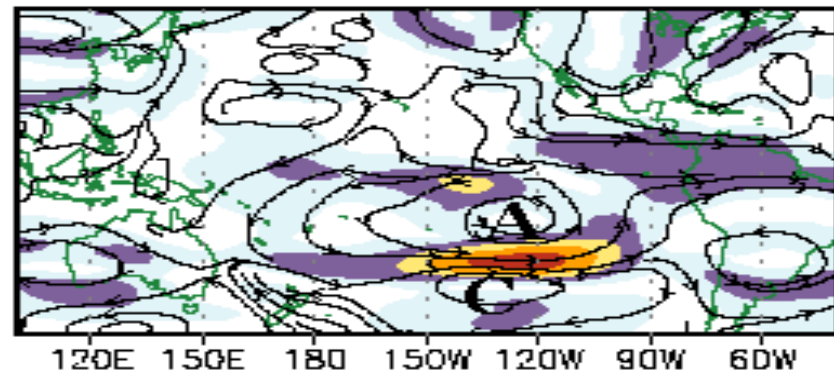
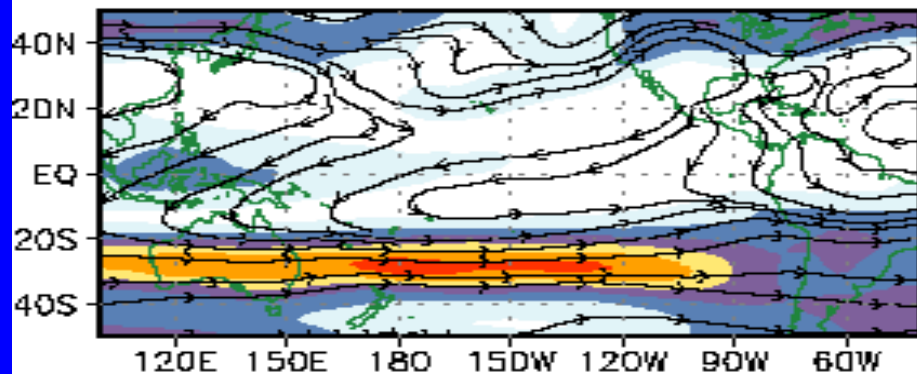
Departures from Ave.



July-September 1997

Mean

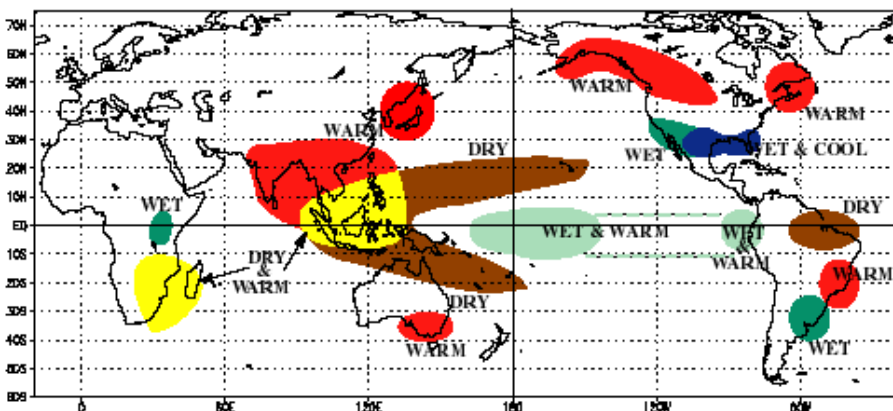
Departures from Ave.



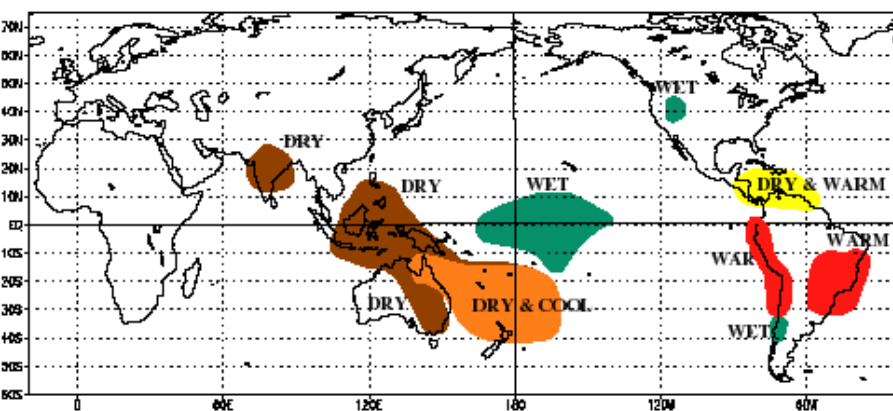
Impacto Global Fase Cálida

WARM EPISODE RELATIONSHIPS DECEMBER - FEBRUARY

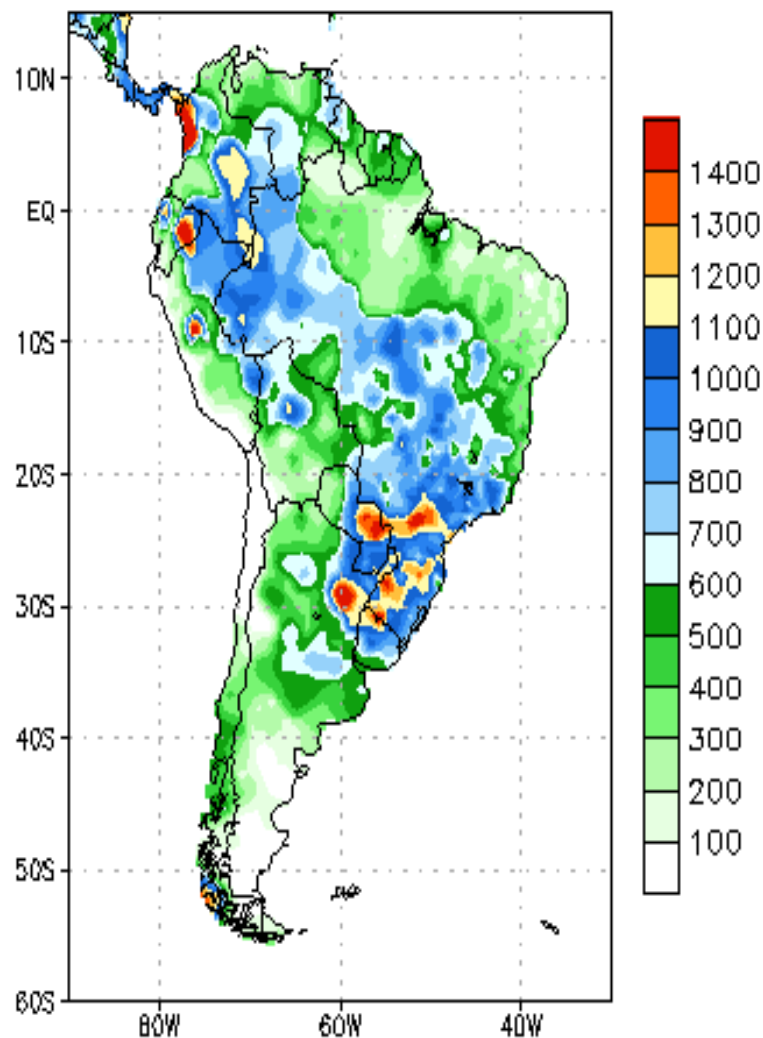
Accumulated Prec (mm) 05AUG2015-31JAN2016



WARM EPISODE RELATIONSHIPS JUNE - AUGUST



Climate Prediction Center
NCEP



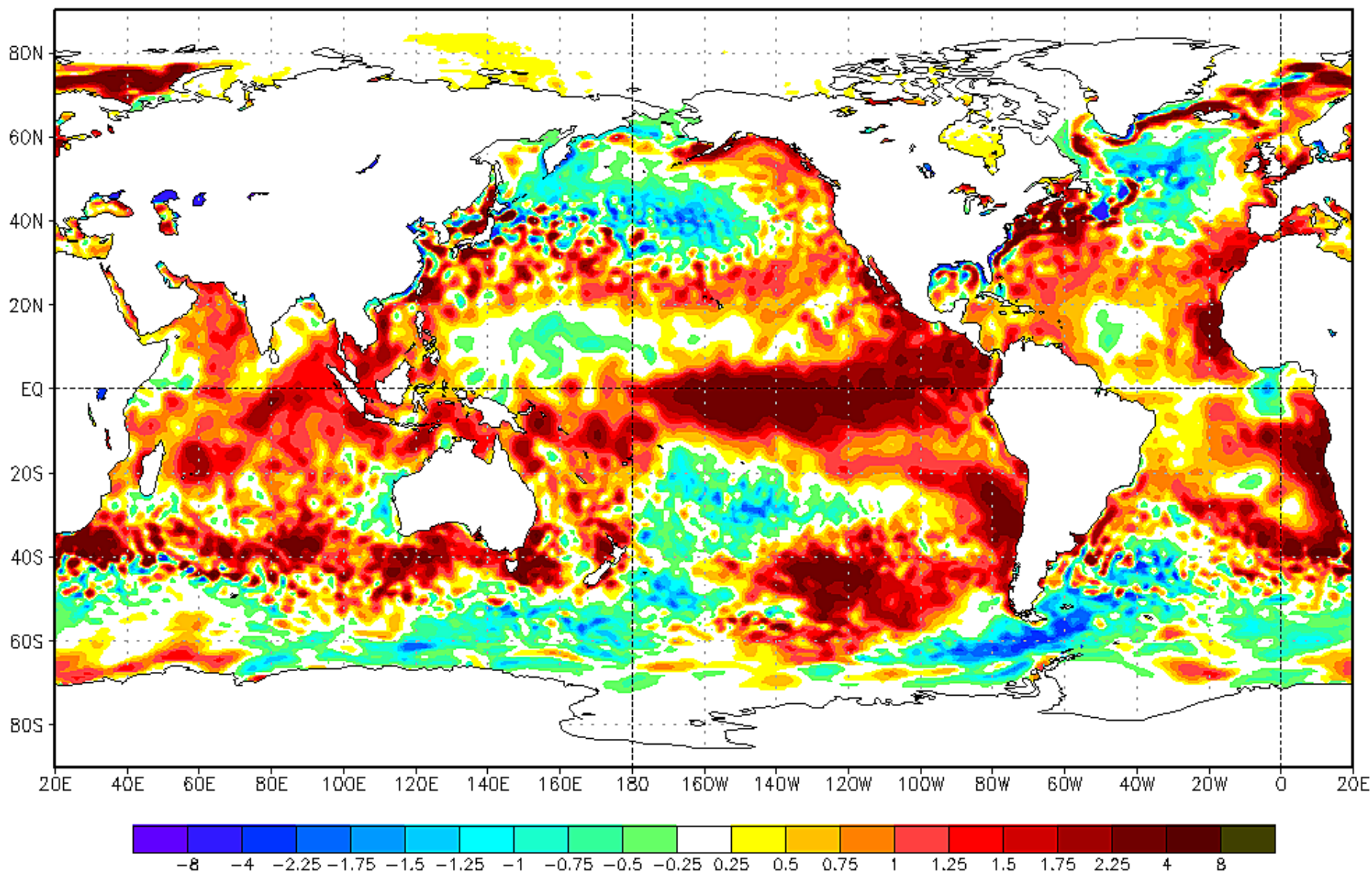
set: CPC Unified (gauge-based & 0.5x0.5 deg resolution) Precipitation Analysis

Impacto del ENSO

- Como hemos visto, el impacto del ENSO varia de evento en evento.
- Interacción océano-atmosférica, calentamiento, o enfriamiento, del agua del mar
 - Dependiendo cuando se inicie y cuando llegue a su apogeo, determinara el impacto que tendrá en el continente

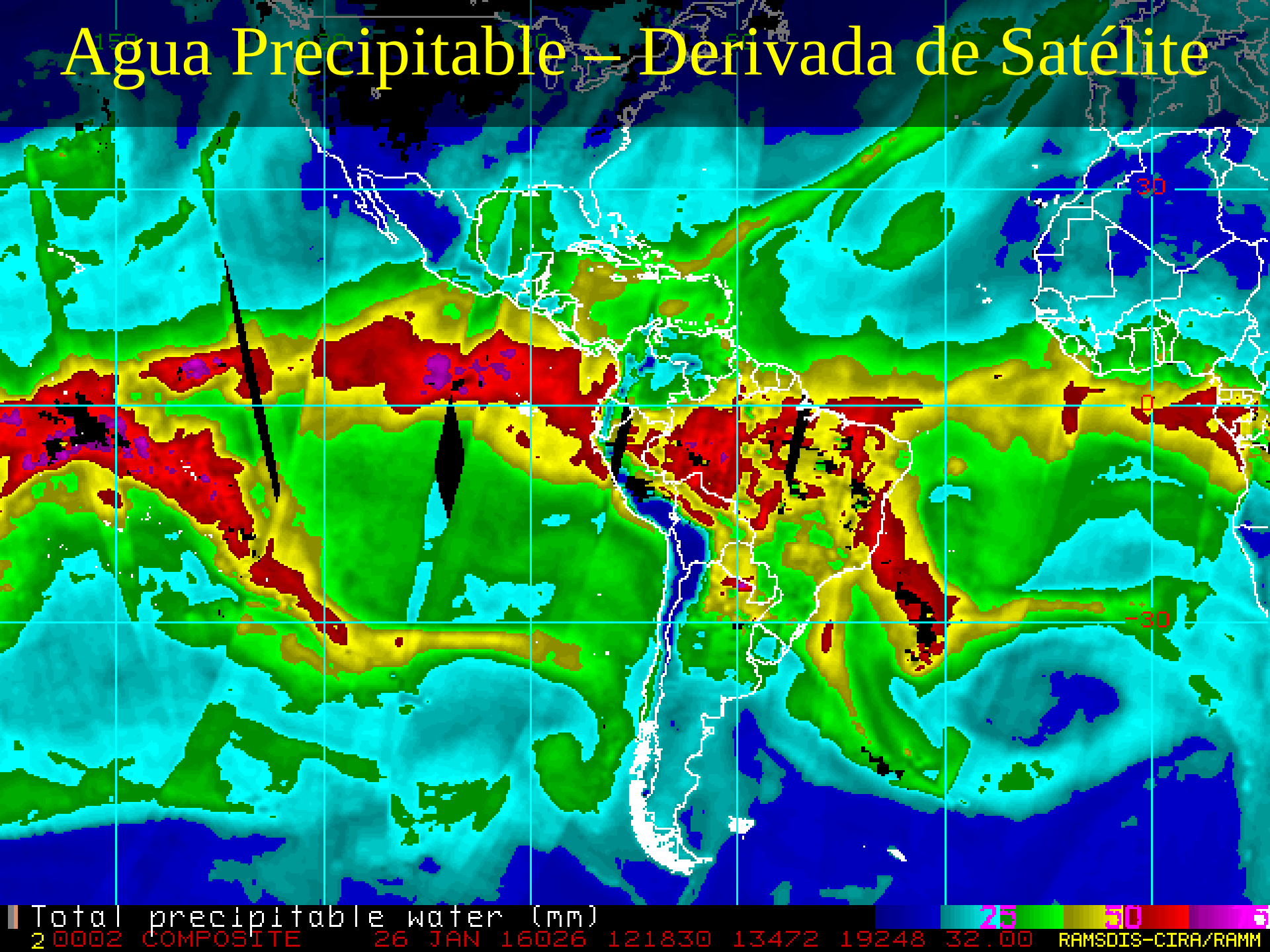
NOAA/NWS/NCEP/EMC Marine Modeling and Analysis Branch

RTG_SST Anomaly (0.5 deg X 0.5 deg) for 25 Jan 2016

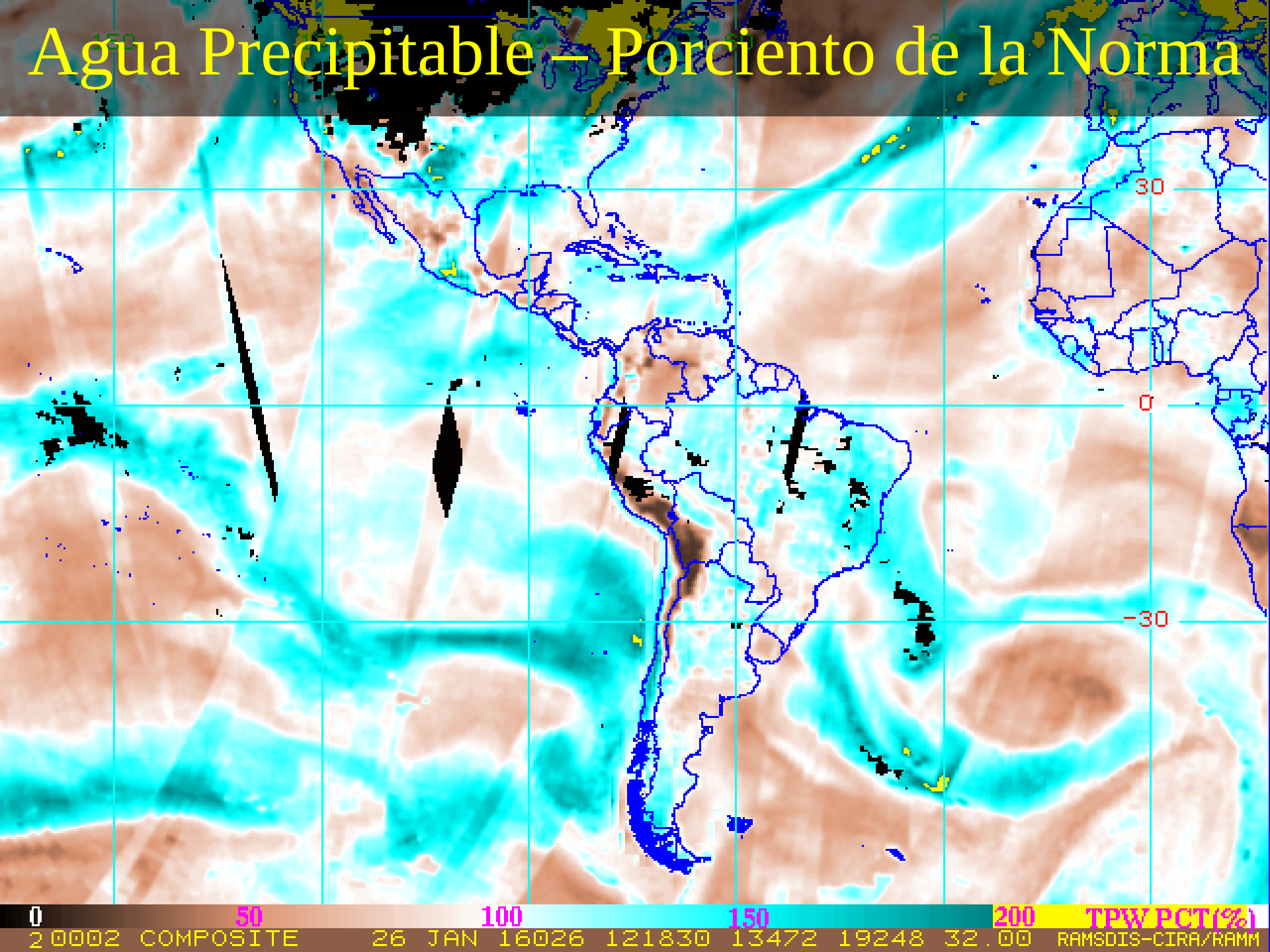


22:51:58 MON JAN 25 2016

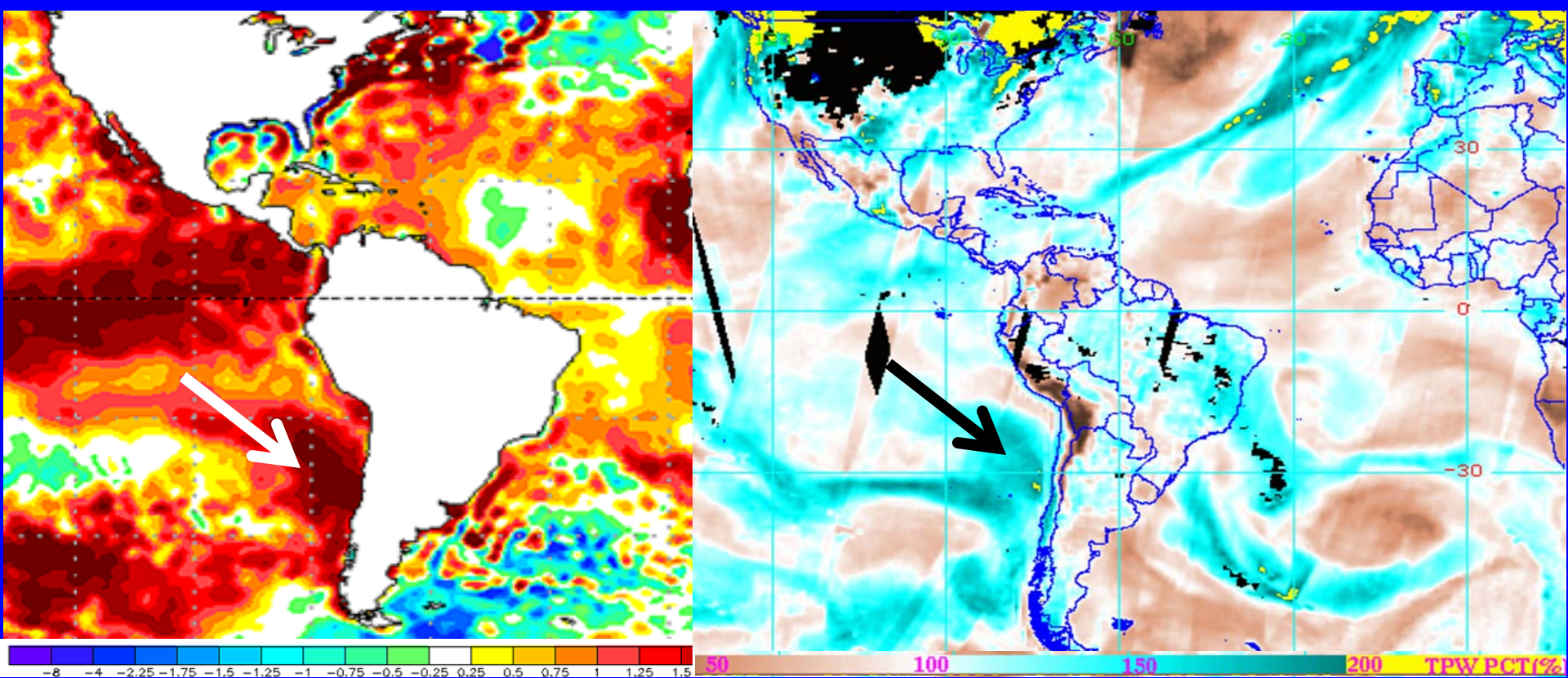
Agua Precipitable – Derivada de Satélite



Agua Precipitable – Porcentaje de la Norma



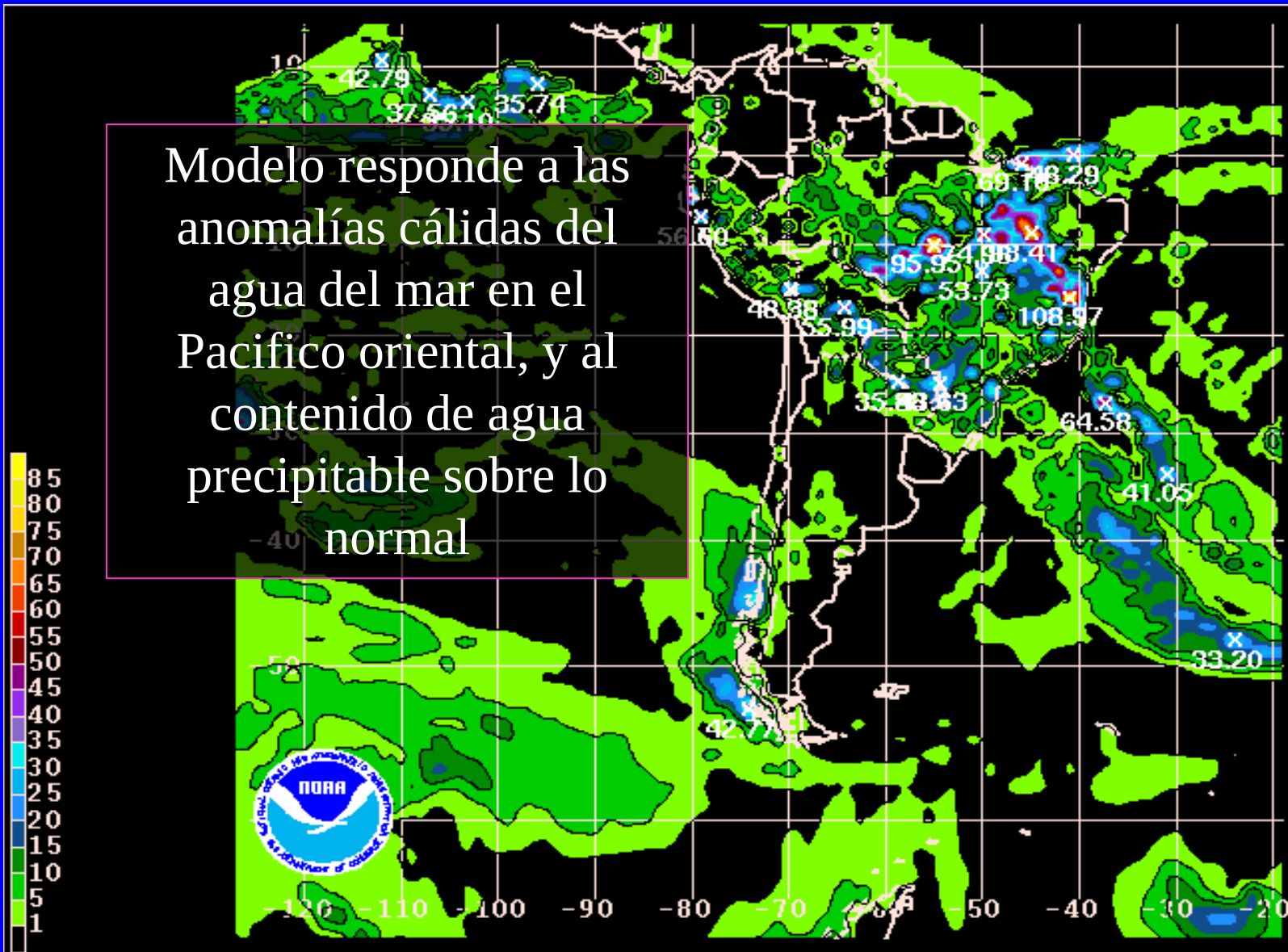
Anomalías de TSM y Agua Precipitable



Note la correlación entre anomalías cálidas y contenido de agua precipitable sobre lo normal.

Pronostico del GFS

Modelo responde a las anomalías cálidas del agua del mar en el Pacífico oriental, y al contenido de agua precipitable sobre lo normal



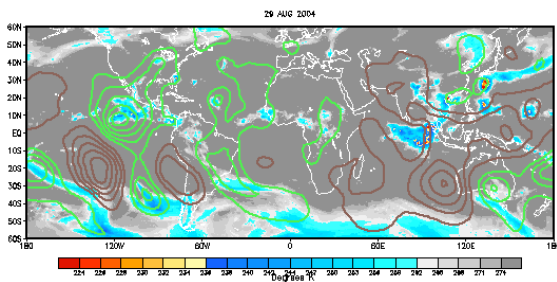
160127/1200V024 GFS 24-HR TOTAL PCPN

Limitante del Modelo

- Aunque el modelo considera la temperatura del agua del mar, durante el proceso de pronóstico **no hay** acoplamiento océano - atmosférico

- La temperatura del agua del mar inicializada es una **constante** durante todo el pronóstico
 - Solamente la Atmosfera varia!!!!

- Si ustedes creen que el flujo presente va a producir afloramiento de agua fría, **no pueden seguir ciegamente el pronóstico de precipitación del modelo**



Madden-Julian Oscillation (MJO)

Actividad Entre Temporadas
En
Los Trópicos

Oscilación de Madden-Julian

- Variabilidad interanual en los patrones de lluvia en los Trópicos. Frecuentemente se asocia a la ocurrencia de El Niño/La Niña.
- Se ha notado, que los patrones de lluvia en los Trópicos también exhiben variaciones dentro de una misma temporada.
 - Estas fluctuaciones en los patrones de lluvias en los Trópicos frecuentemente tienen un ciclo de 30-60 días.
 - Se conocen como Oscilaciones Intraestacionales.
 - También referidas como MJO

Oscilación de Madden-Julian

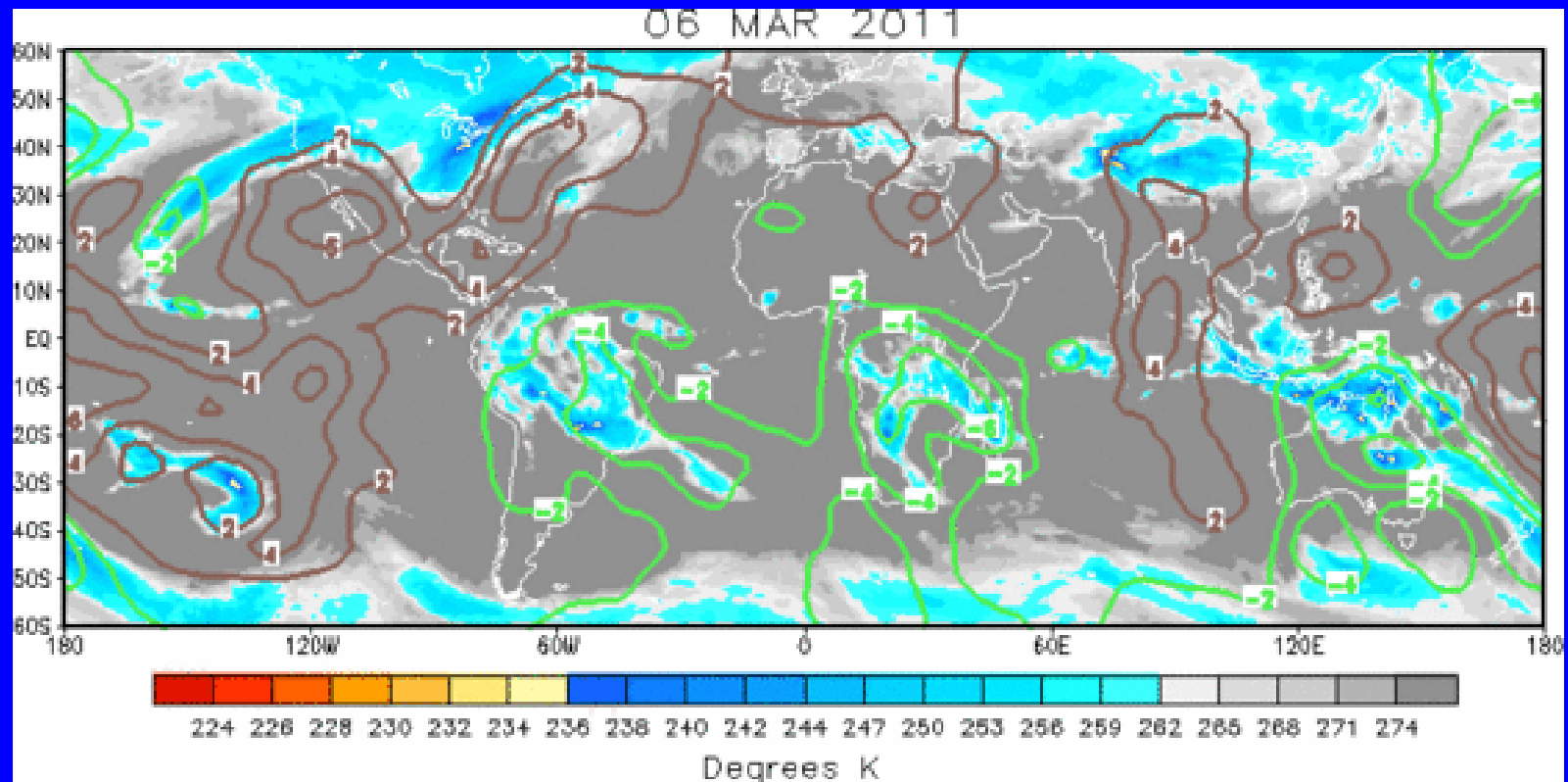
- Afecta la circulación de menor escala en los Trópicos y Subtrópicos.
 - Esto afecta la intensidad y el numero de tormentas.
- El MJO se propaga hacia el Este alrededor del mundo desde una localización situada en el Océano Indico
- Provee información de las regiones de ascenso y descenso en la atmósfera.

Oscilaciones de Madden-Julian

- La actividad MJO varia mucho año a año.
 - Con años de fuerte actividad seguido por años débiles
- La variabilidad anual se puede asociar en parte al ciclo ENSO.
 - Fase fría de intensidad débil o neutra del ENSO favorece fuerte actividad MJO
 - Fase calida de intensidad moderada a fuerte del ENSO favorece la débil actividad del MJO

Anormalidades de Velocidad e IR/200 hPa

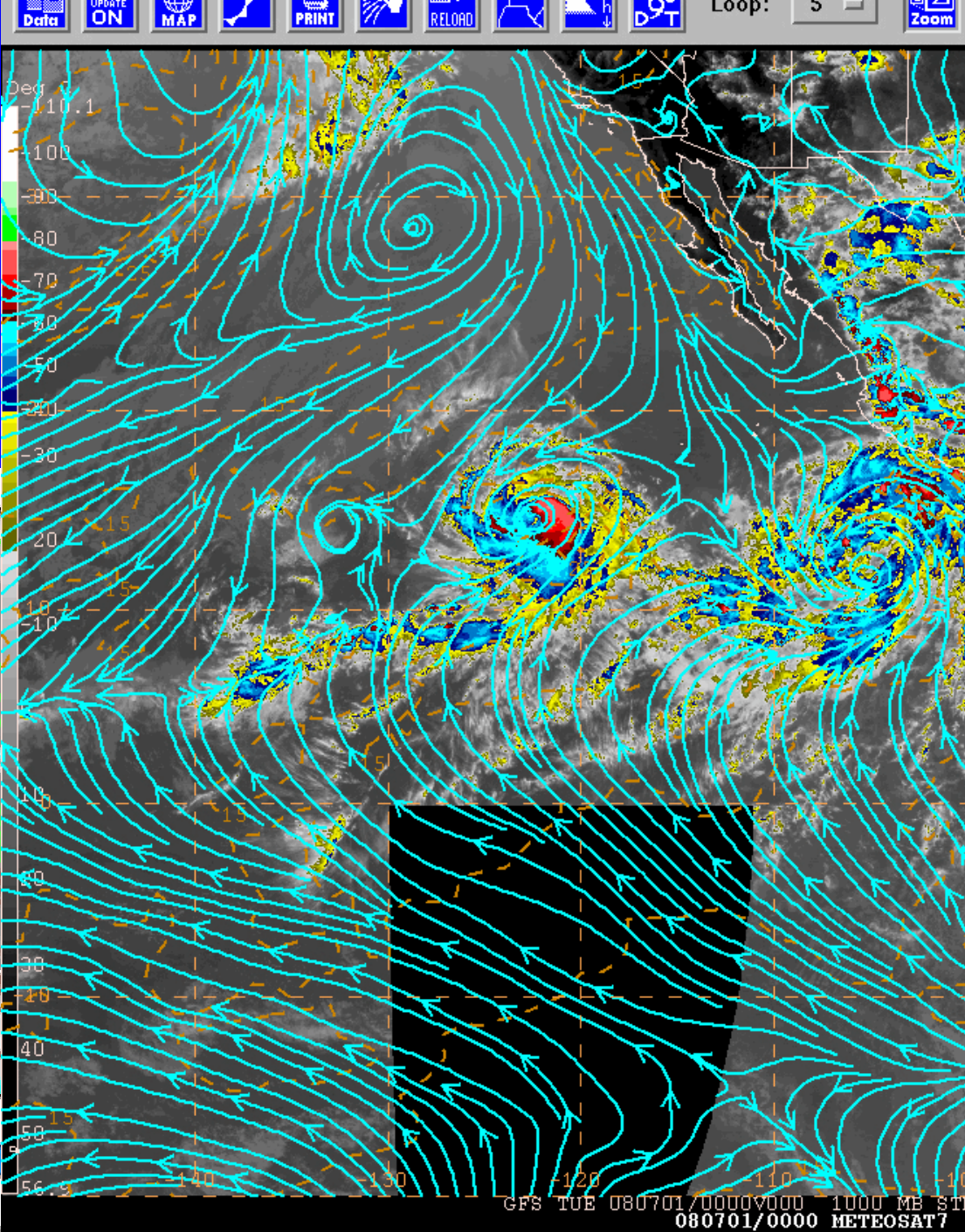
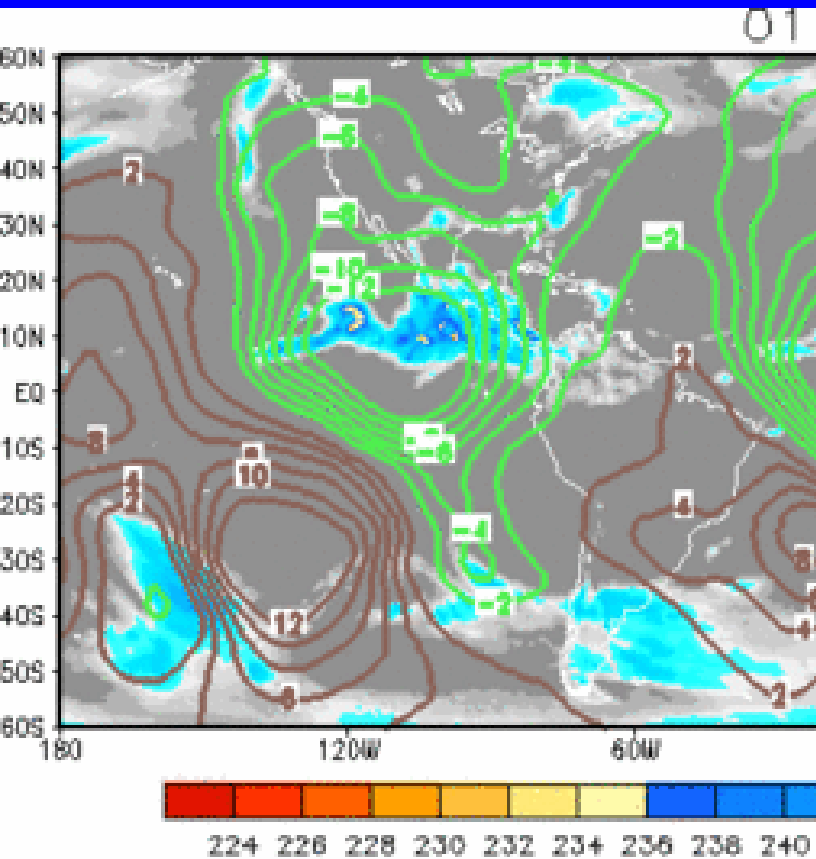
Periodo Marzo-Mayo del 2011



http://www.cpc.ncep.noaa.gov/products/precip/CWlink/ir_anim_monthly.shtml

MJO-IR

Julio 01, 2008



Oscilaciones de Madden-Julian

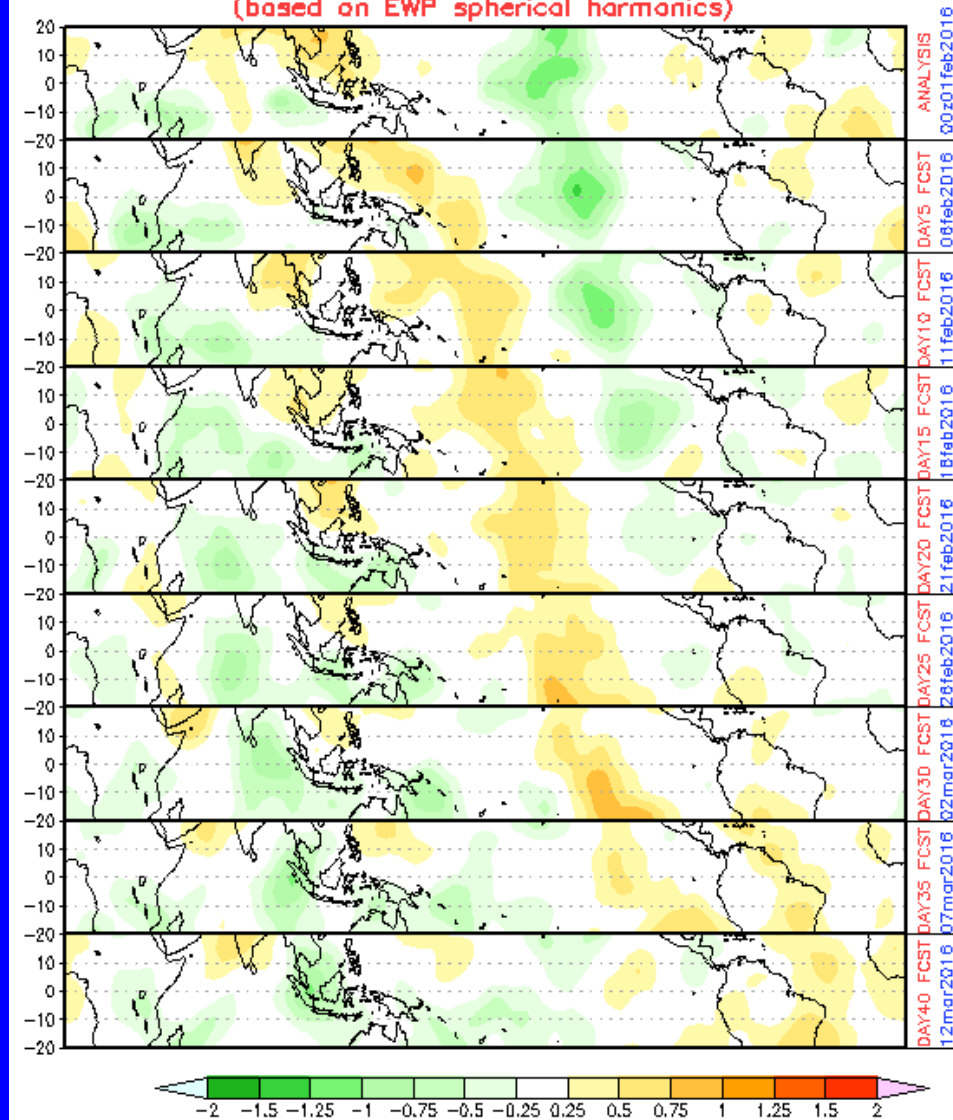
- Para llegar a este producto se evalúan los siguientes parámetros:
 - Campo de Radiación de Onda larga (OLR), la cual mide la lluvia en los trópicos.
 - Divergencia del Viento en Altura
 - Anormalidades en el patrón de viento en Niveles Altos y Bajos.
 - Anormalidades en los geopotenciales de 500 hPa

Oscilaciones de Madden-Julian

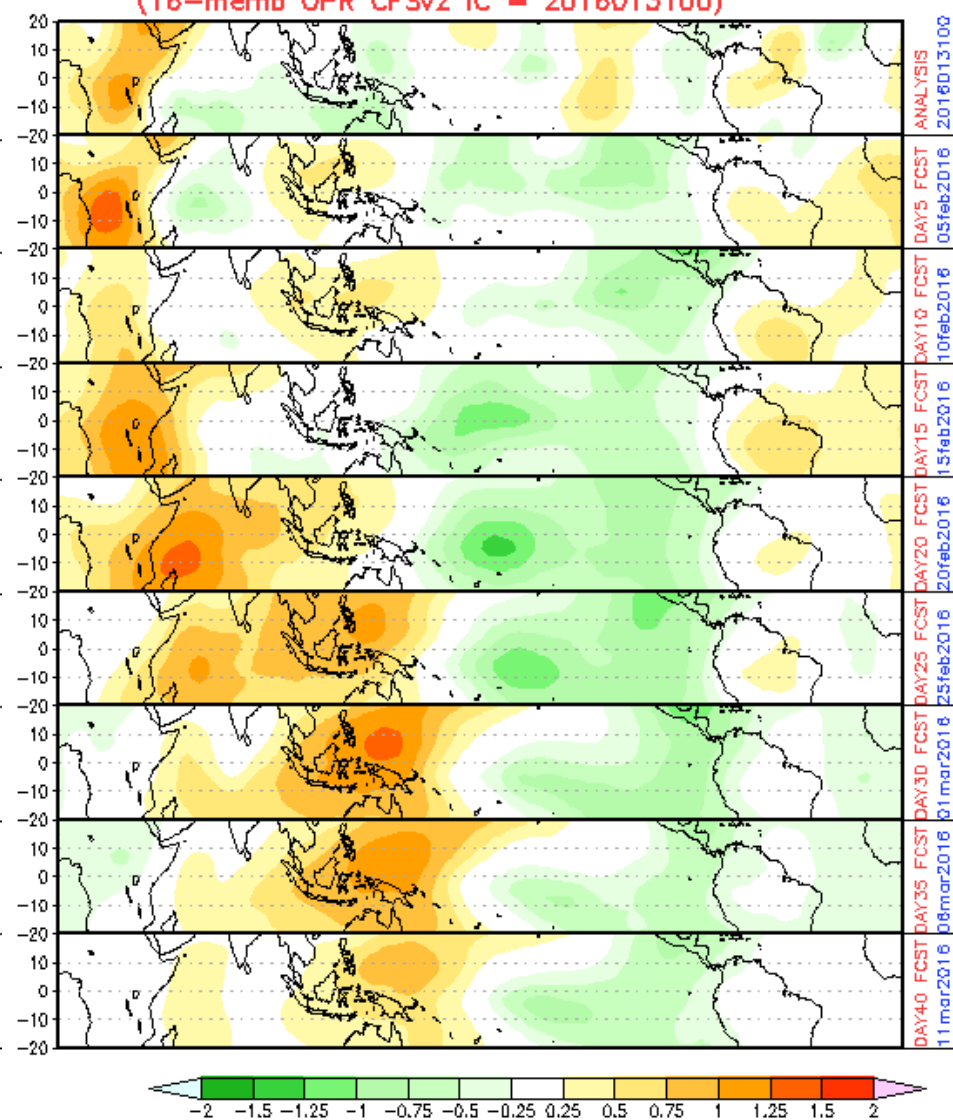
- Monitorear esta información ayuda a distinguir entre eventos de poca duración y otros de mayor periodo/impacto.
 - El que las condiciones no sean favorables, no quiere decir que no se van a dar lluvias fuertes.
 - Aun si las condiciones son poco favorables, se pueden dar eventos a micro/meso escala de gran intensidad.
 - Pero estos tienden a ser de cobertura pequeña y localizados
- **<http://www.cpc.ncep.noaa.gov/products/intraseasonal>**
 - En la tabla, bajo “Animation”, seleccione:
 - 30-Day IR/Velocity Potential

Pronósticos de Modelos

CHI 200 hPa 40-DAY forecast (00z01feb2016-12mar2016)
(based on EWP spherical harmonics)

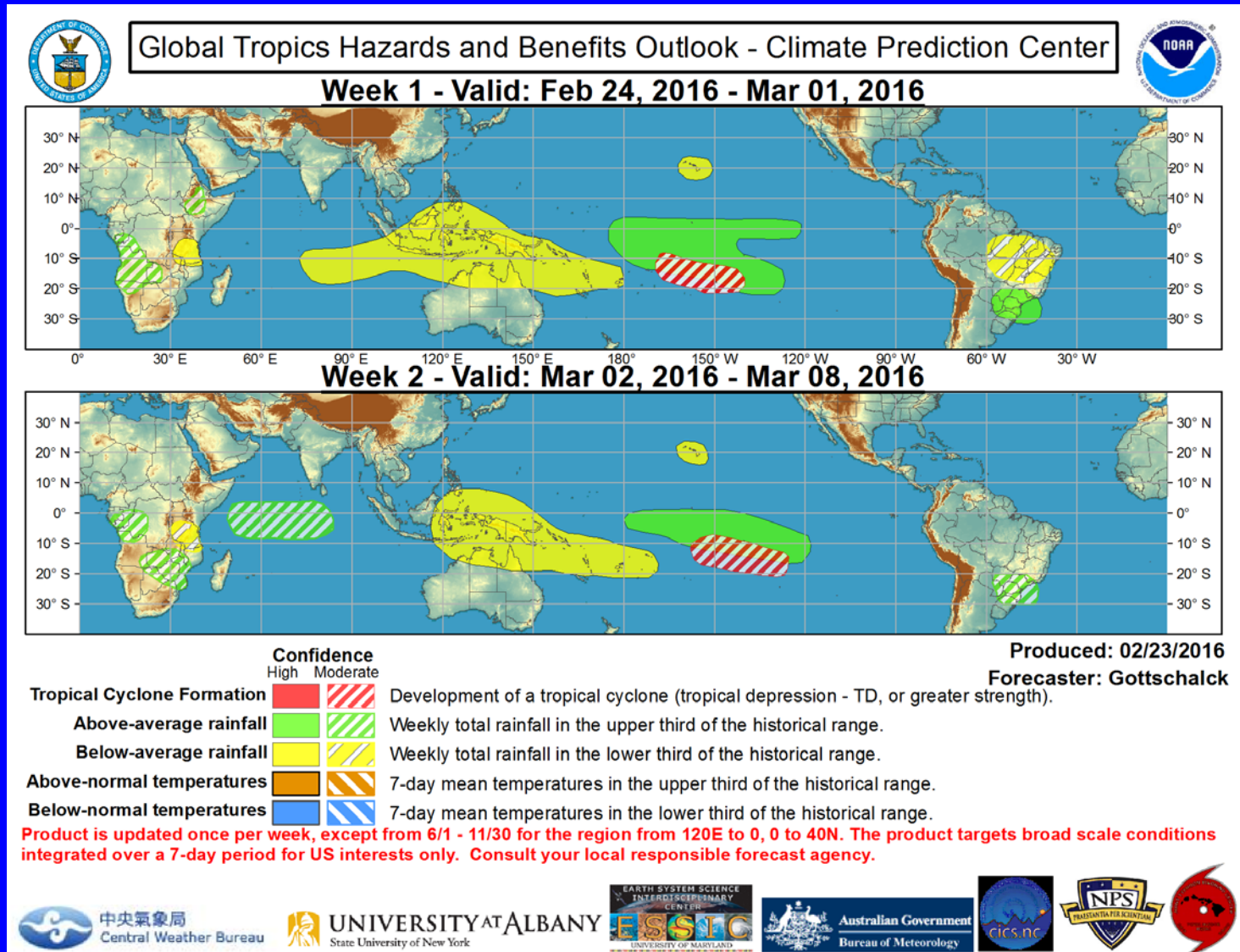


CHI 200 hPa 40-DAY forecast (00z31jan2016-11mar2016)
(16-memb OPR CFSv2 IC = 2016013100)



Pronósticos del CPC

<http://www.cpc.ncep.noaa.gov/products/precip/CWlink/ghazards//>

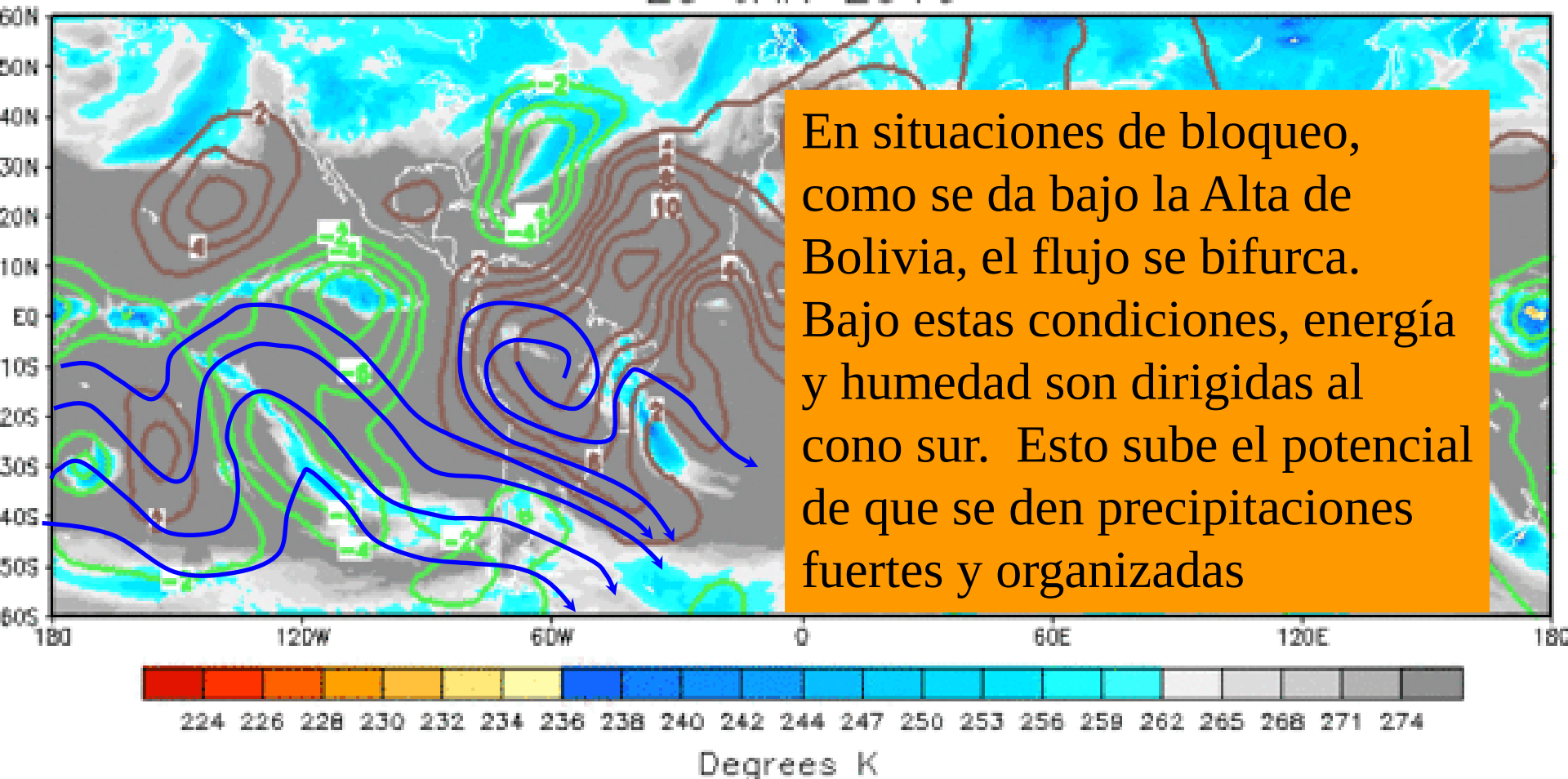


Aplicaciones en el Cono Sur

- **Solamente el norte de Chile y Argentina están en los Trópicos**
- **¿Qué aplicación tiene esta herramienta en los pronósticos del cono sur?**

Aplicación del MJO

25 JAN 2016



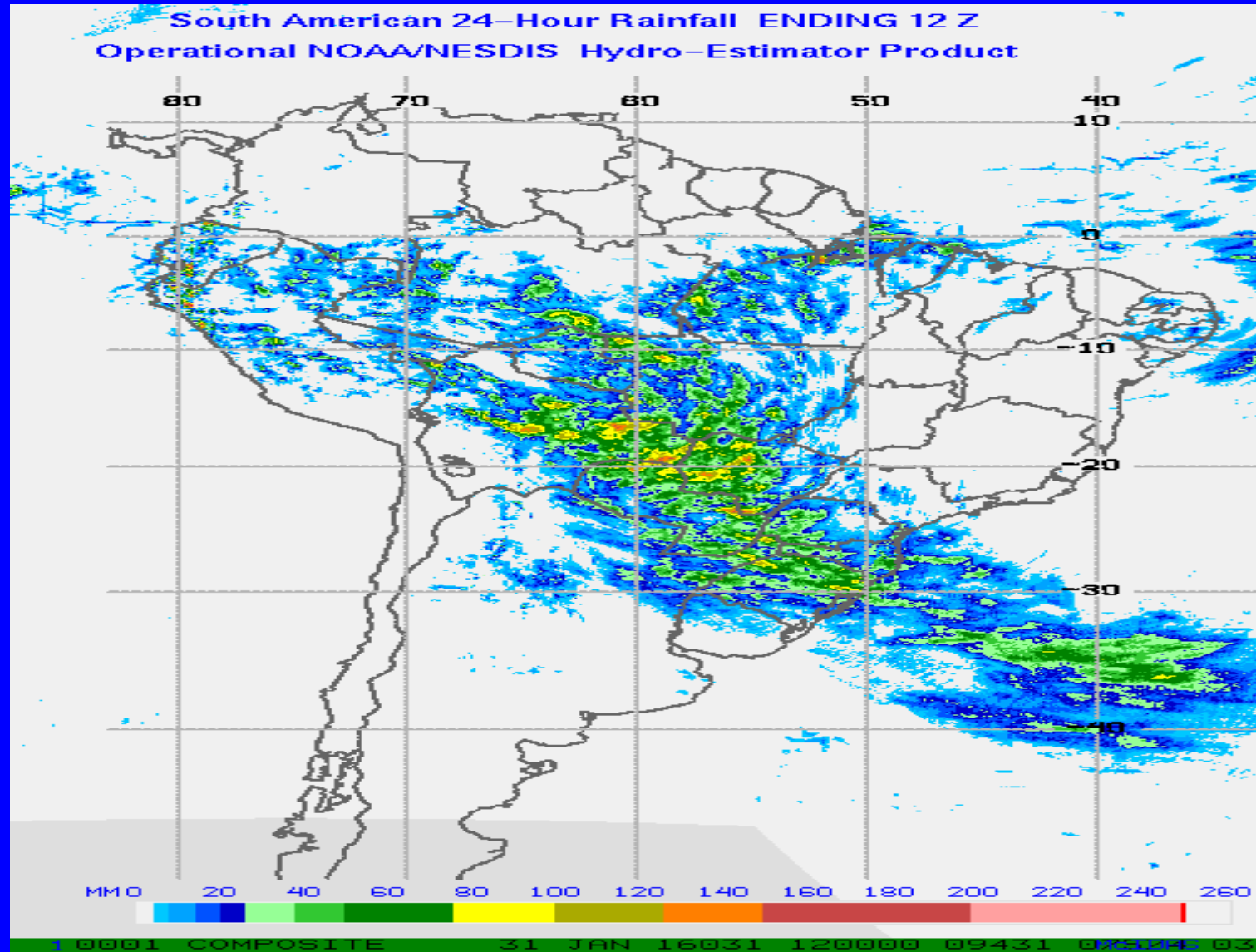
Hidro-Estimador (H-E) de Lluvia

¿Por qué son importantes las estimaciones de satélite?

- En ausencia de datos de pluviómetros el satélite constituye la única fuente de información “en tiempo real”.
 - Estimados de lluvia con base en datos de satélites han mejorado en resolución espacial y temporal
- La nueva generación de GOES-R, tendrá mas bandas que permitirán mejorar el algoritmo de precipitación ya existente

H-E de la NOAA 24 hrs

<http://www.star.nesdis.noaa.gov/smcd/emb/ff/HydroEst.php>



Importancia de los datos satelitales

- Tiene cobertura en todo lado: sobre tierra, agua/océanos, montañas y zonas remotas
- Lluvia fuerte en un área remota cubierta por el satélite puede desencadenar crecidas repentinas en poblados cuenca abajo donde no llueve
- Tiene una mayor cobertura espacial que los pluviómetros y temporal cuando los sensores de lluvia solo reportan datos cada hora.
- No da medidas directas de lluvia por lo que no son datos tan exactos como los de los pluviómetros; pero los datos satelitales son bastante buenos para lluvia convectiva asociada a crecidas repentinas

Teoría bajo las estimaciones de lluvia del algoritmo H-E de NESDIS

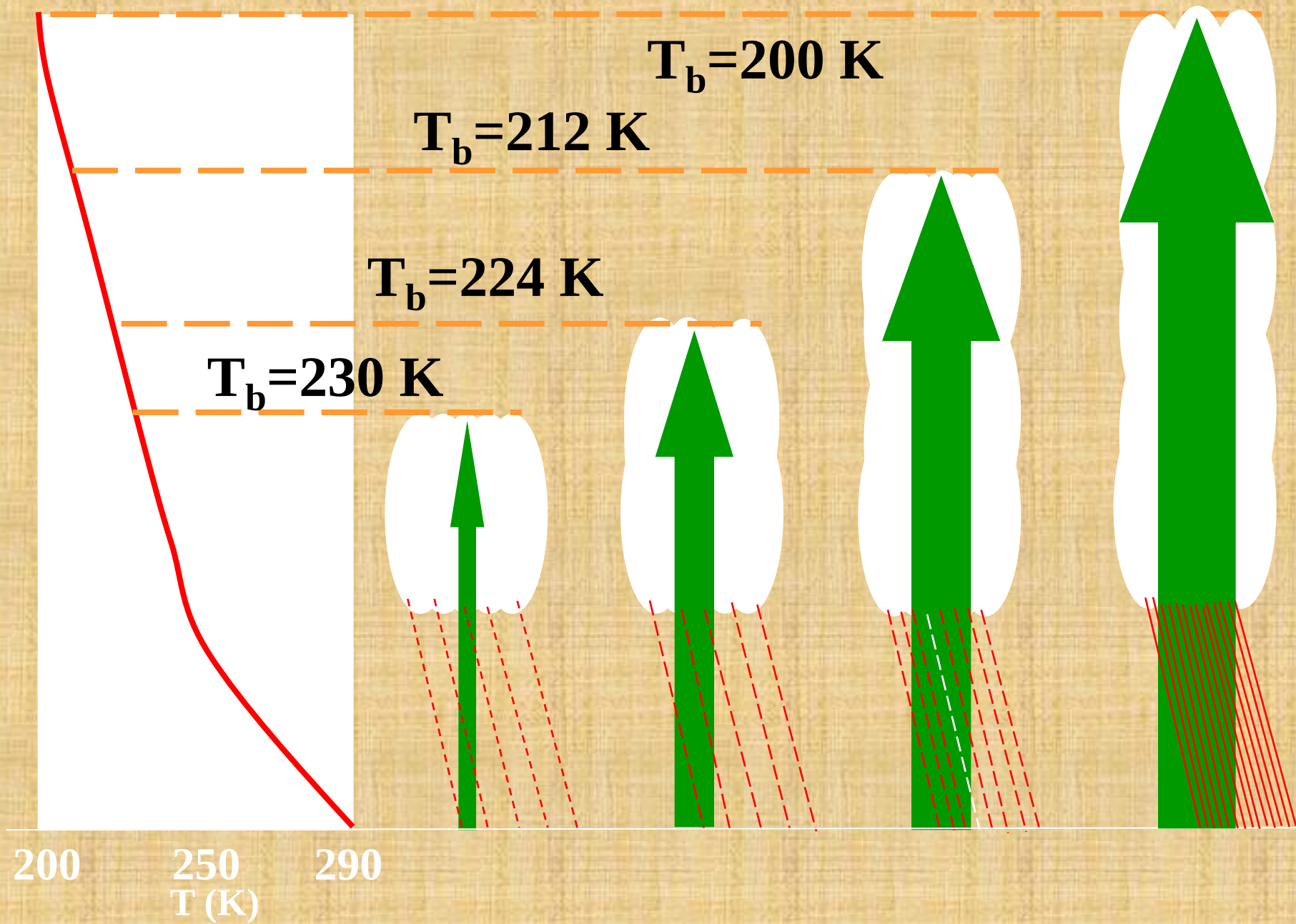
Suposiciones básicas:

- Nubes mas frías tienen los topos más altos
- Nubes con topos mas altos tienen las corrientes ascendentes mas fuertes
- Corrientes ascendentes fuertes → lluvia mas intensa

En esencia:

- Nubes mas frías están asociadas con lluvias mas fuertes
- Nubes mas calientes están asociadas con lluvia débil o no lluvia

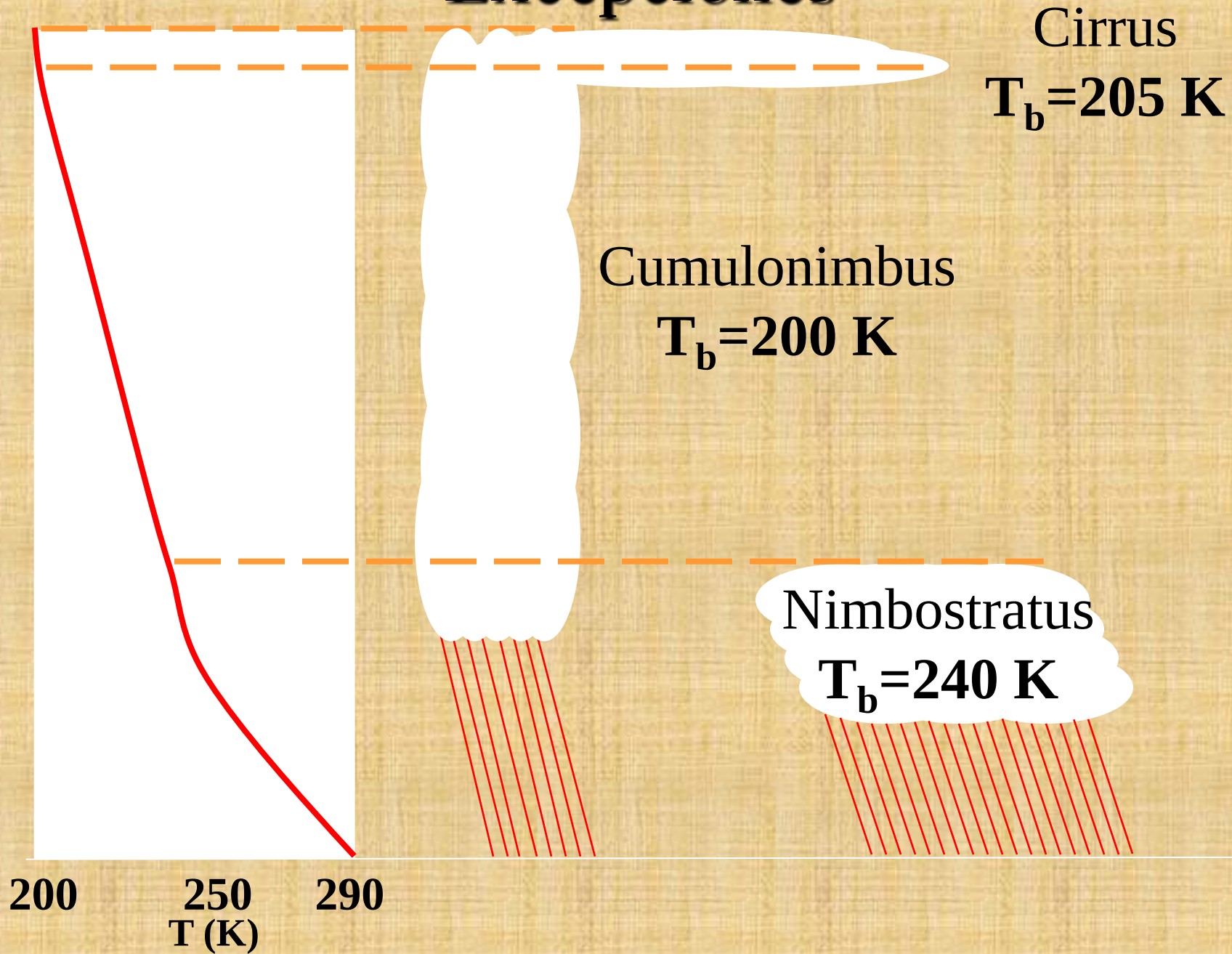
Relación de señal IR a Intensidad de Lluvia



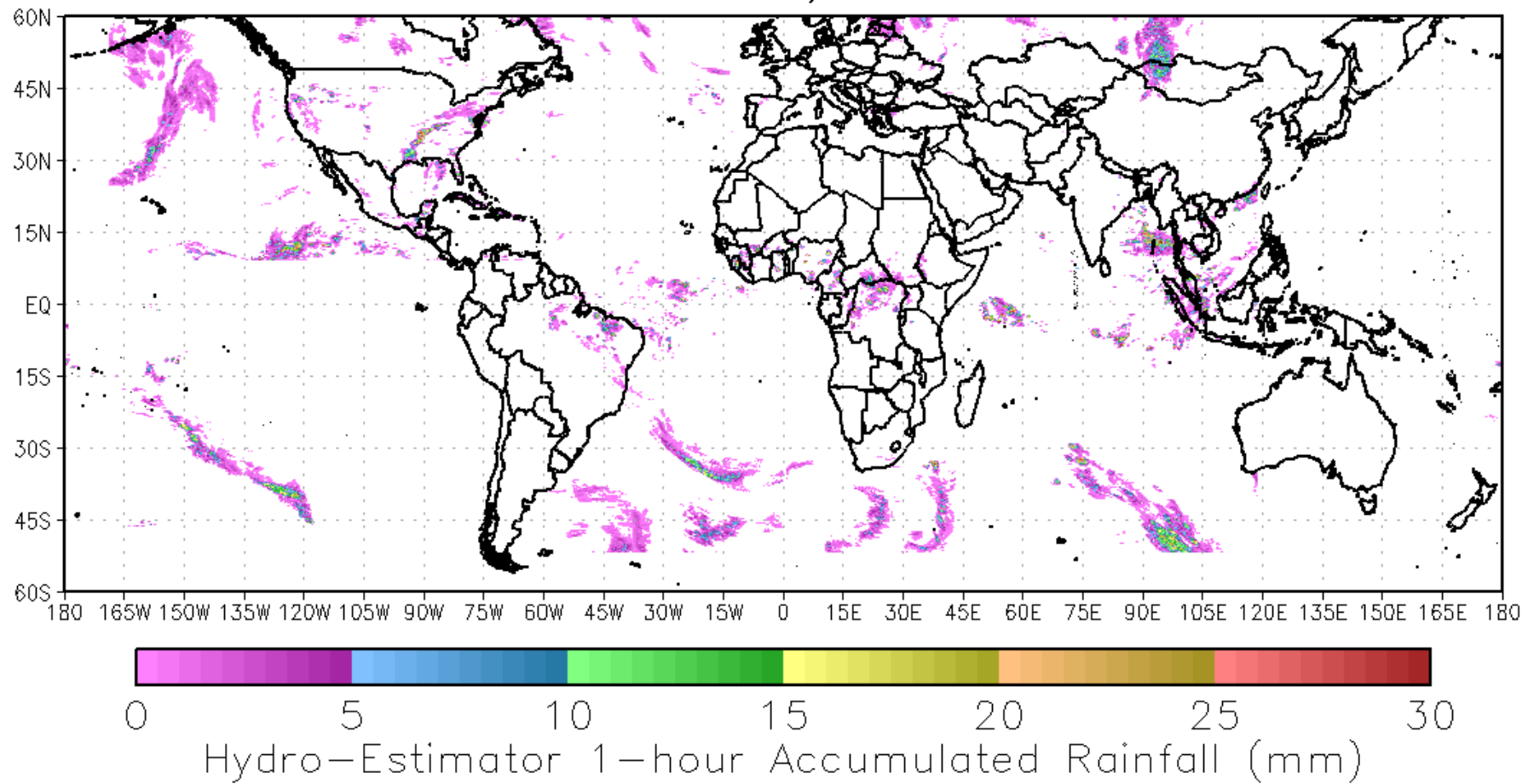
Teoría bajo las estimaciones de lluvia de los satélites GOES

- La suposición anterior es razonable para nubes convectivas (aguaceros y tormentas)
- La suposición no es buena para:
 - ✓ Nubes estratiformes (calientes pero pueden producir lluvia significativa)
 - ✓ Nubes cirrus (frías pero no producen lluvia)

Excepciones

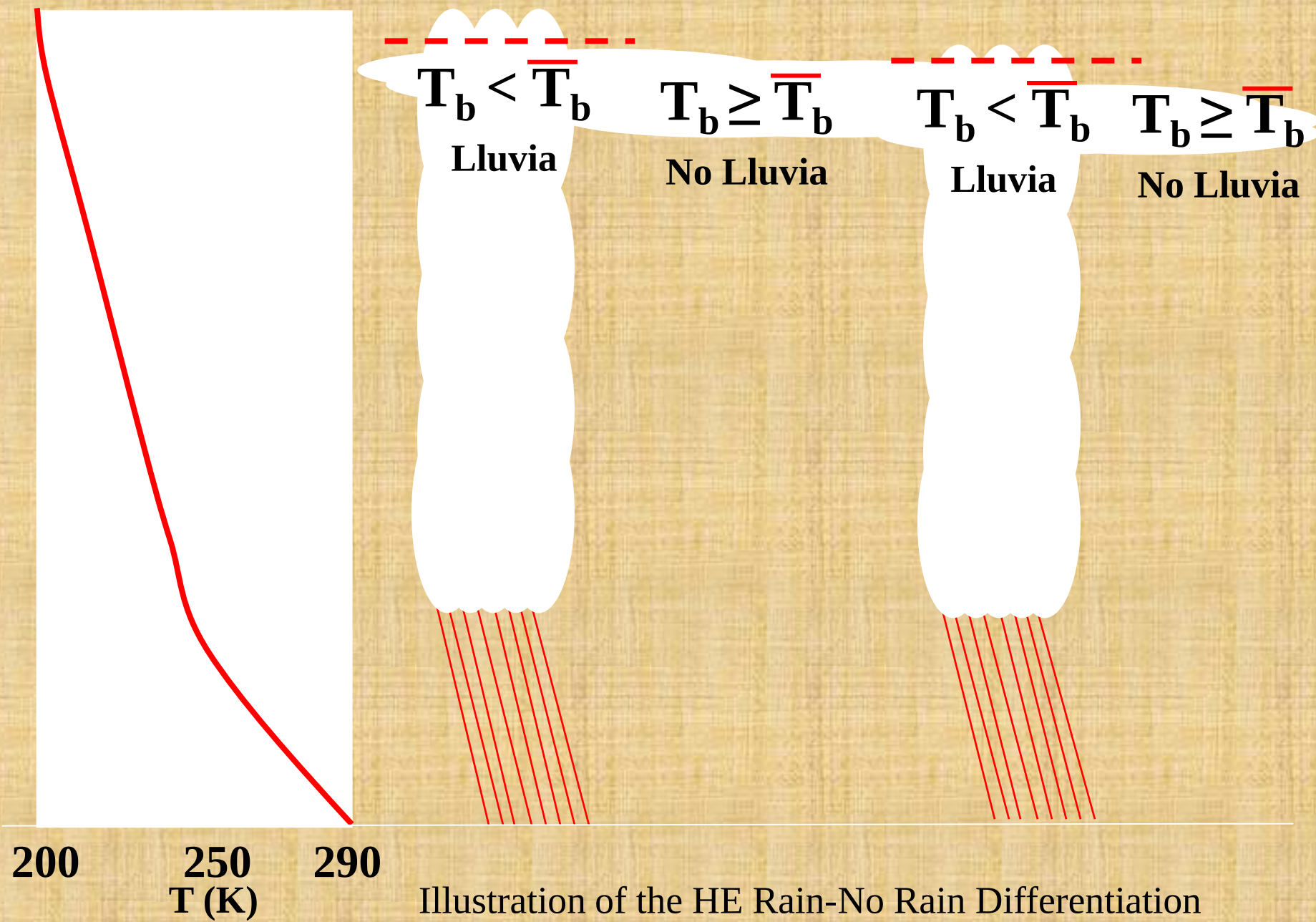


00 UTC / 155



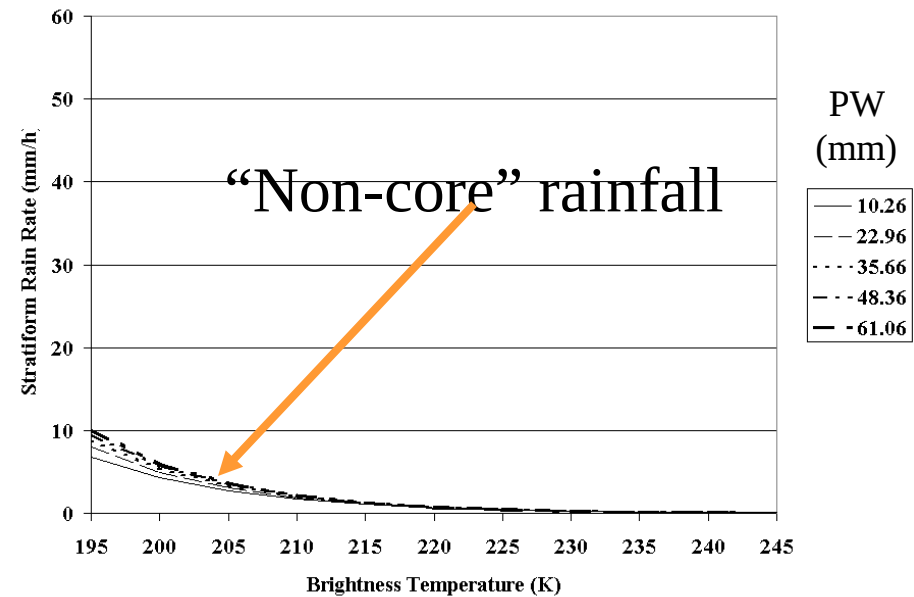
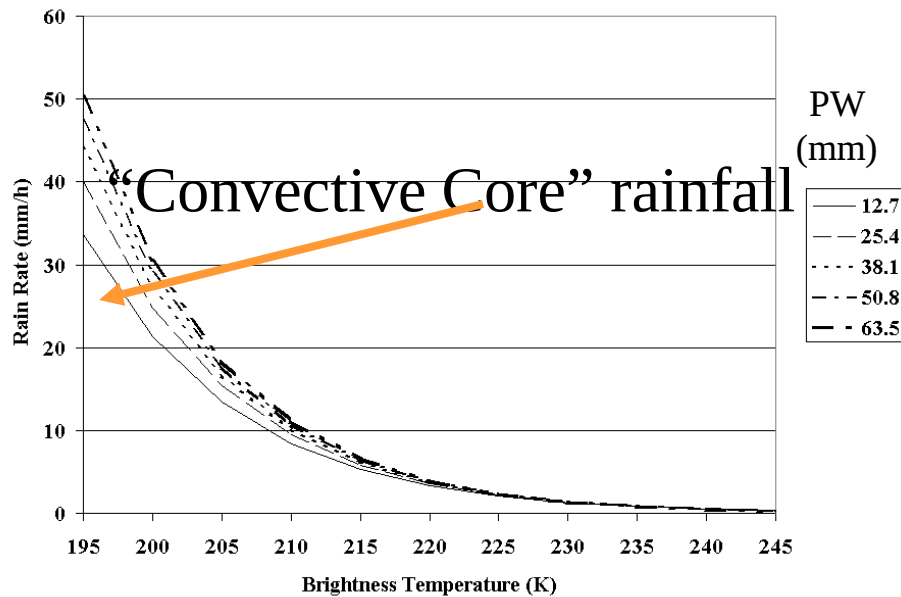
Descripción del H-E

- Usa las temperaturas de brillo T_b de la ventana del IR de $10.7 \mu\text{m}$ para determinar las áreas con lluvia y las intensidades
- Asigna lluvia solo en aquellas regiones donde $T_{10.7}$ es menor que el promedio local (el tope de la nube está mas alto que sus alrededores, es decir, se buscan los centros activos de precipitación)



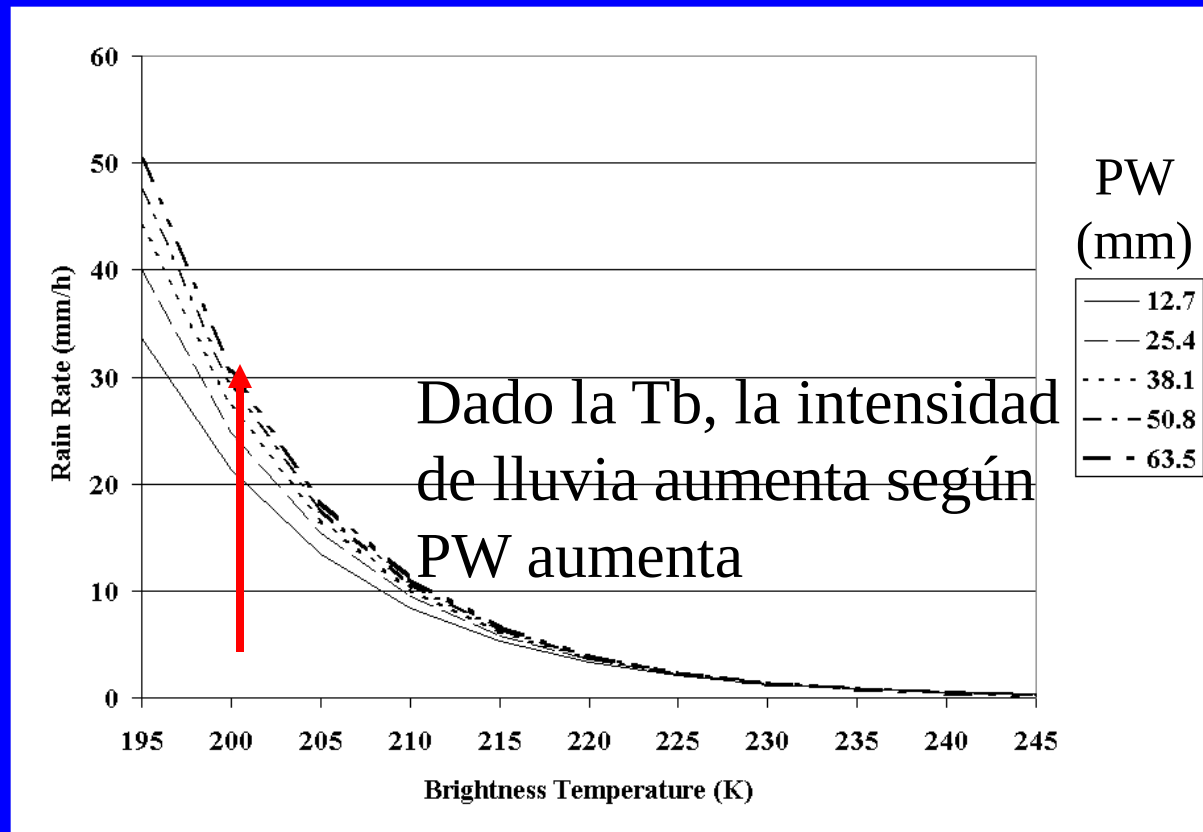
Descripción del H-E

Las intensidades son función tanto de $T_{10.7}$ como de su valor relativo con respecto al promedio local – aumenta la lluvia en los centros activos de precipitación



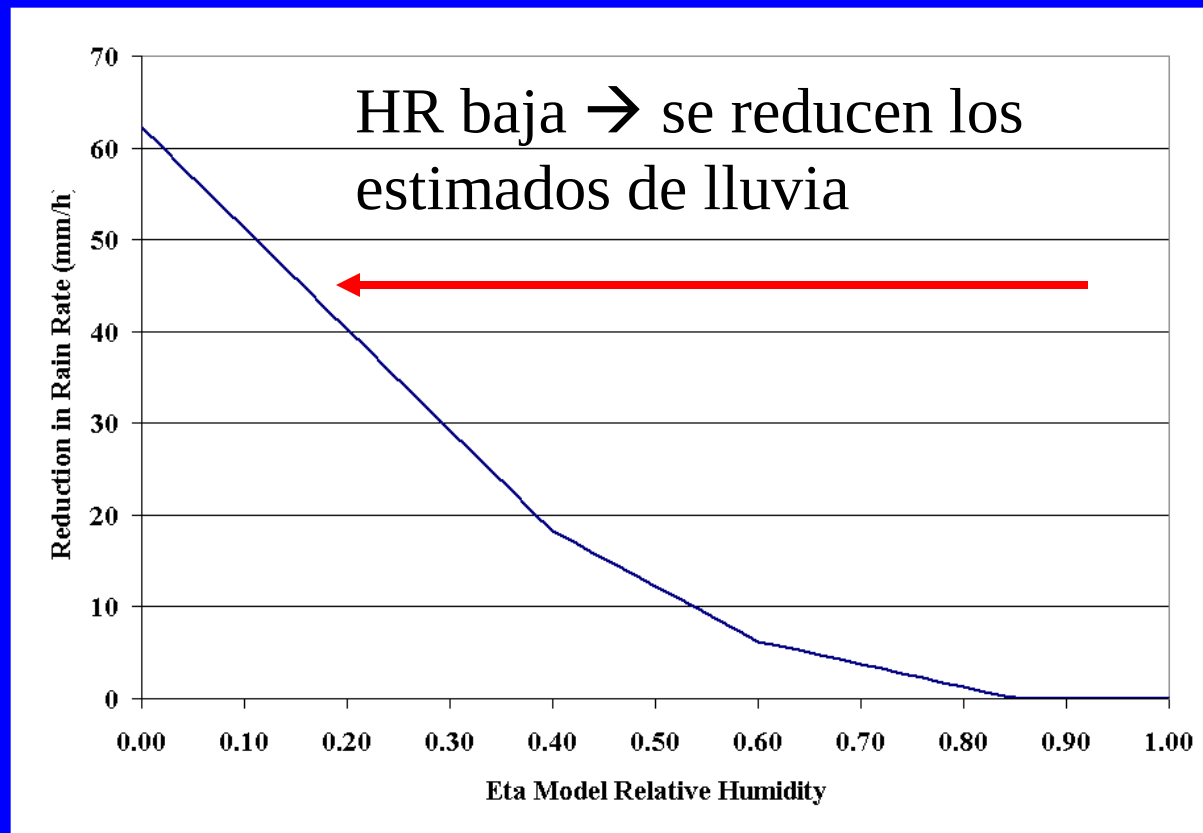
Ajustes del H-E

Se usa el agua precipitable (PW) de modelos numéricos para aumentar la lluvia en regiones con una disponibilidad de humedad alta



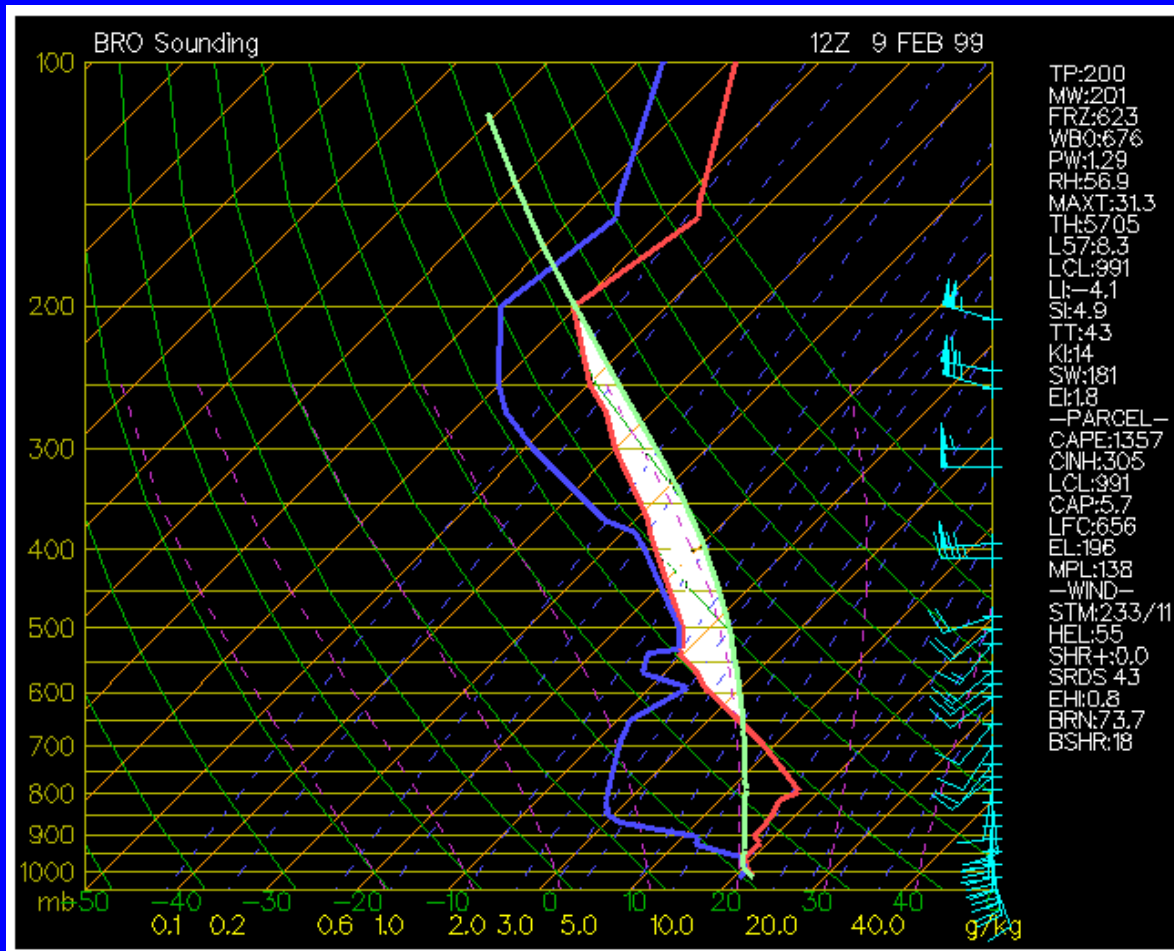
Ajustes del H-E

Se usa la humedad relativa (RH) de modelos de predicción numérica para reducir la precipitación en regiones áridas



Ajustes del H-E

- Ajuste del Nivel de Equilibrio Convectivo con base en datos de modelos numéricos

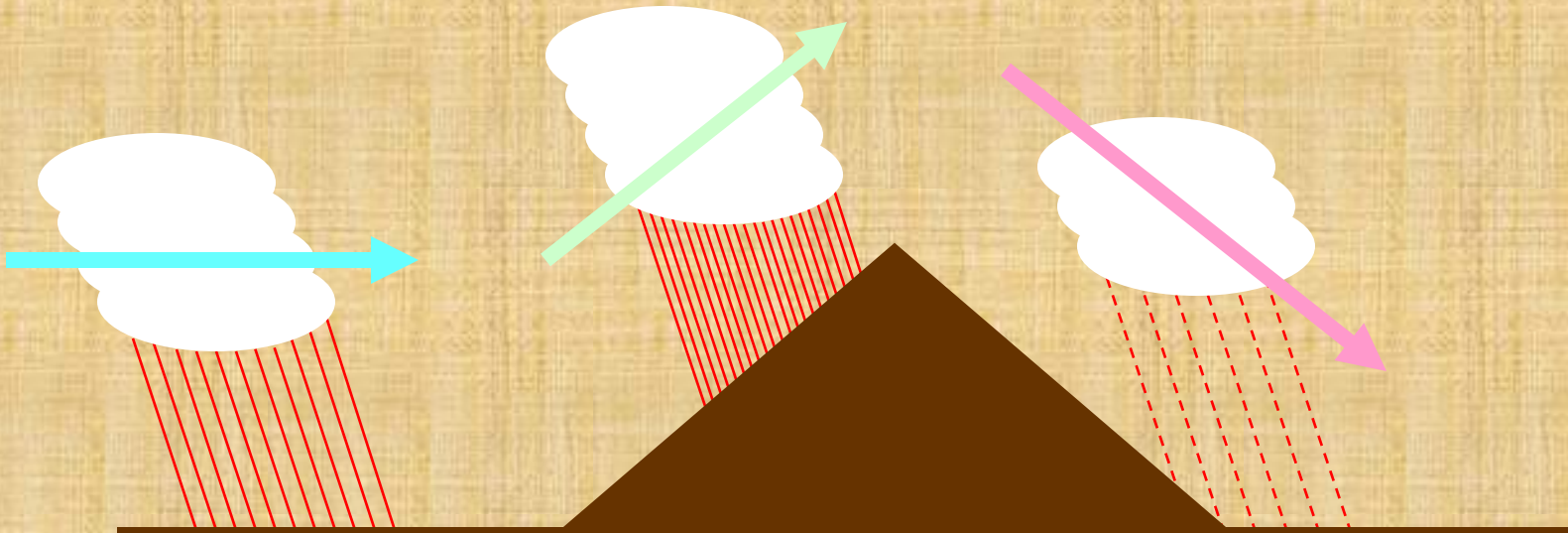


Por ejemplo, si el nivel de equilibrio convectivo es de 293 hPa = 231 K → 2 mm/h de intensidad de lluvia

Ajustes del H-E

El campo de vientos y topografía digital se toman en cuenta para considerar los efectos orográficos:

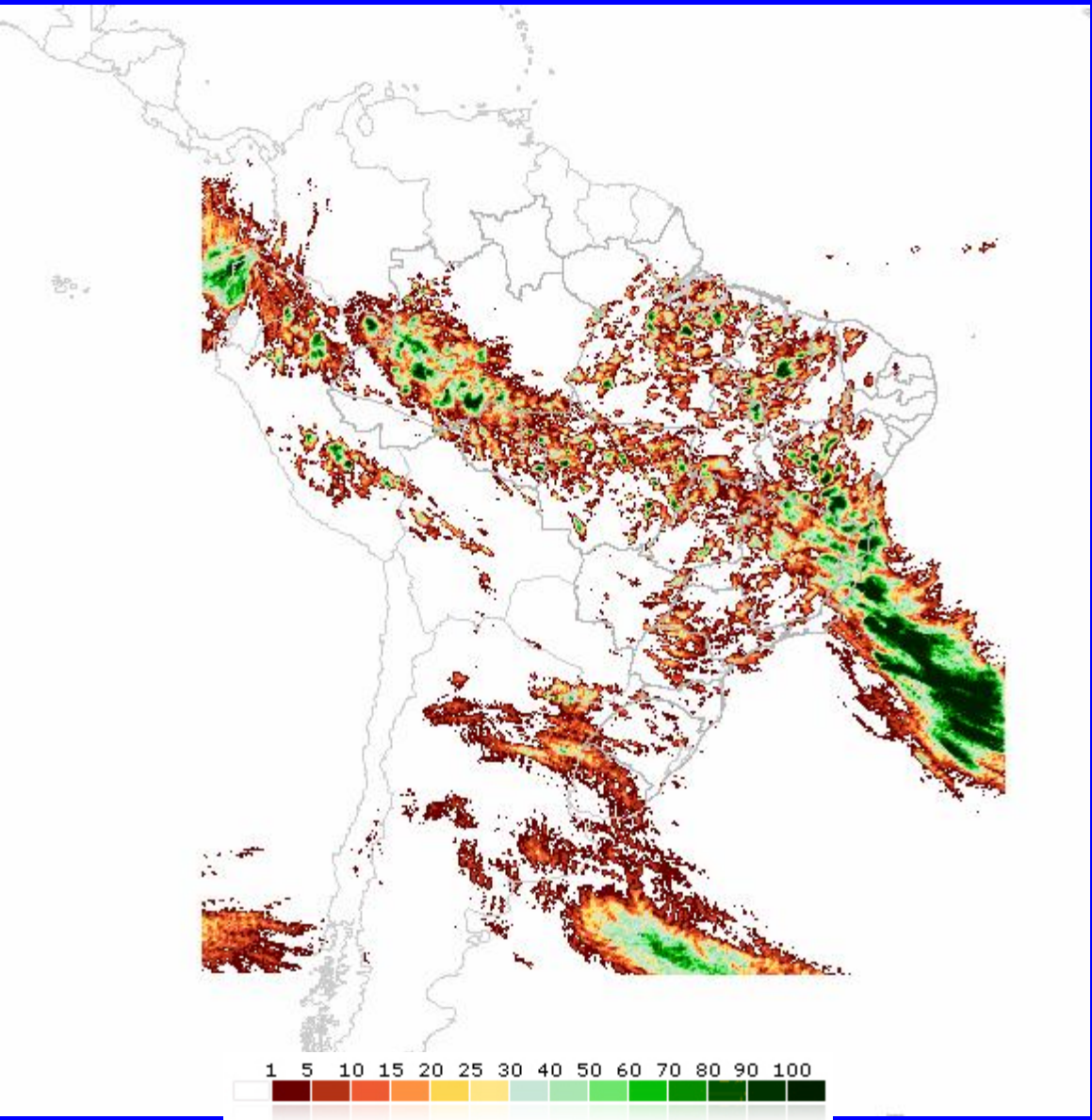
- Si el aire sube, se humedece y aumenta la lluvia
- Si el aire baja, se seca y disminuye la lluvia



H-E del CPC de Brasil

- Colaboración con la NOAA/NESDIS y la NASA
 - Proyecto SCOPE-Nowcasting de la OMM
- http://sigma.cptec.inpe.br/prec_sat/
- <http://sigma.cptec.inpe.br/scope/>

H-E del CPC 24 hrs VT Enero
25/12z



En resumen:

- Las estimaciones suponen una relación entre las temperaturas del tope de las nubes y las intensidades de lluvia, lo cual
 - Funciona mejor para lluvia convectiva
 - No es muy bueno para lluvias de invierno y nieve, pero se pueden usar pluviómetros para calibrar mejor el algoritmo.
- El satélite da una cobertura espacial uniforme y poco tiempo de retraso para que los datos estén disponibles para calcular las estimaciones de lluvia (críticas para la determinación de crecidas repentinas.)

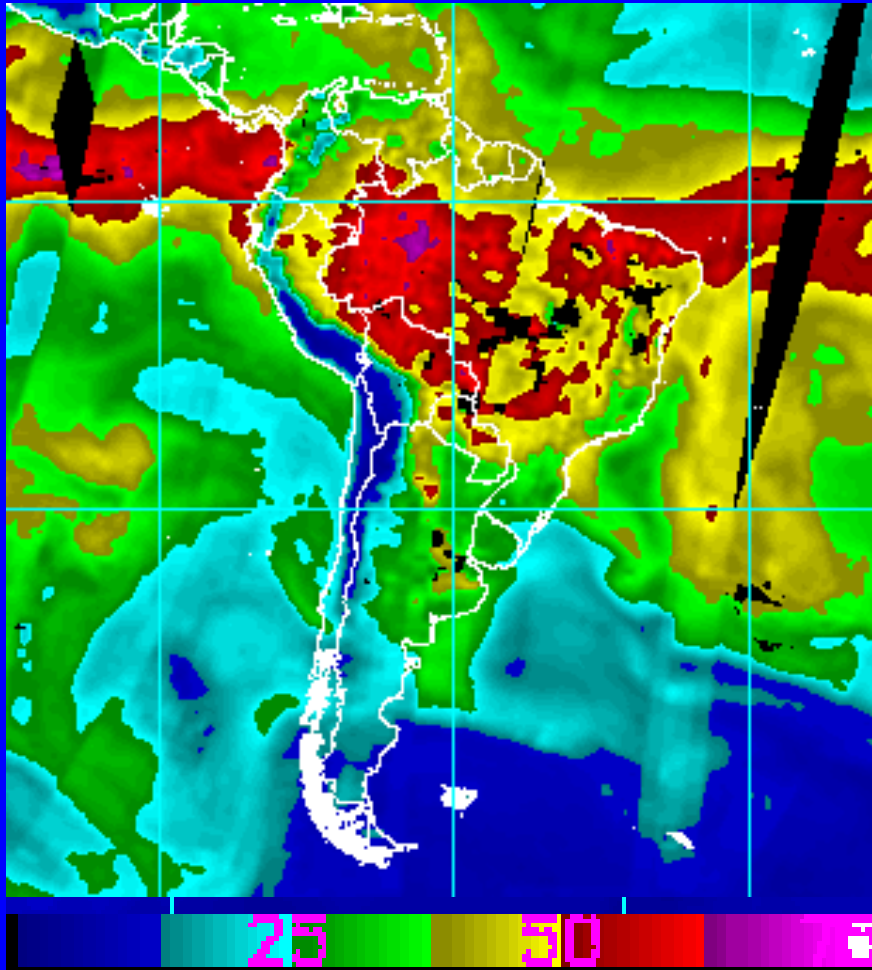
¿Preguntas?

Prueba

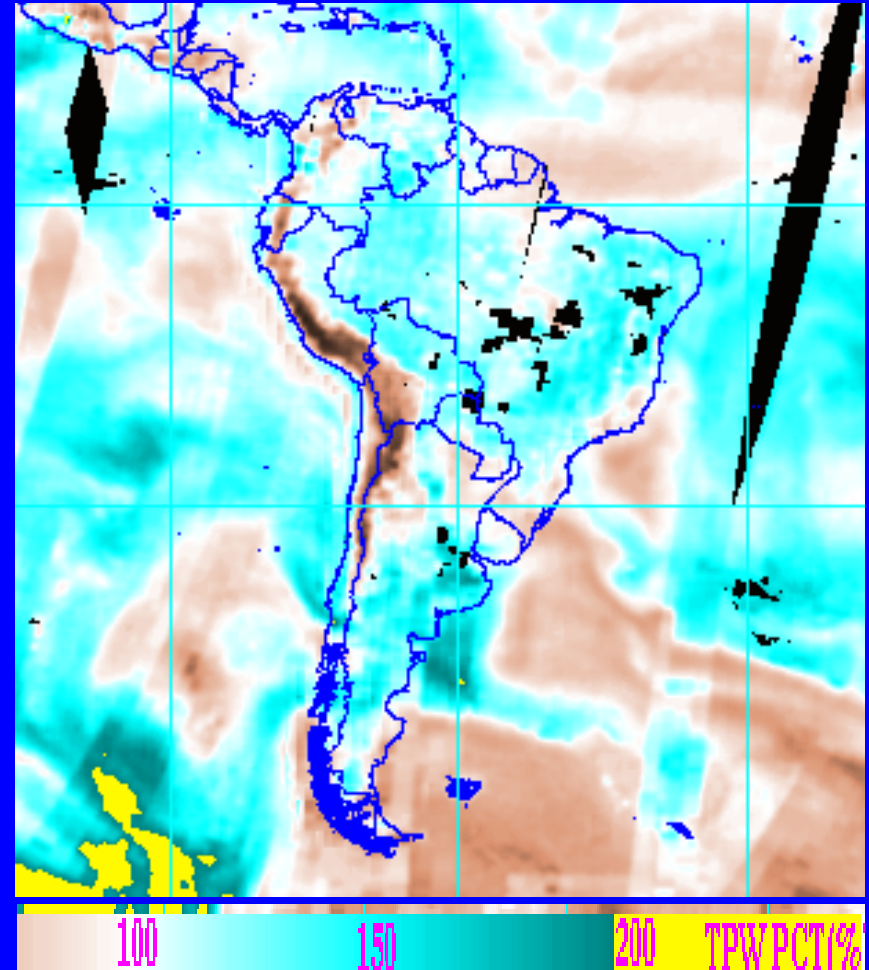
- ¿Por qué los modelos en el hemisferio norte funcionan mejor a largo rango que en el hemisferio sur?
- ¿Cuál es el “Tendón de Aquiles” de los modelos numéricos? ¿Por qué?
- ¿Cuáles son las herramientas disponibles al pronosticador para minimizar la incertidumbre en el pronóstico?
- ¿Cómo el embudo nos ayuda a establecer confianza en el pronóstico?
- ¿Qué es un pronóstico determinista?

Agua Precipitable y Anomalía

¿Cuáles áreas están en mayor riesgo de precipitaciones fuertes?



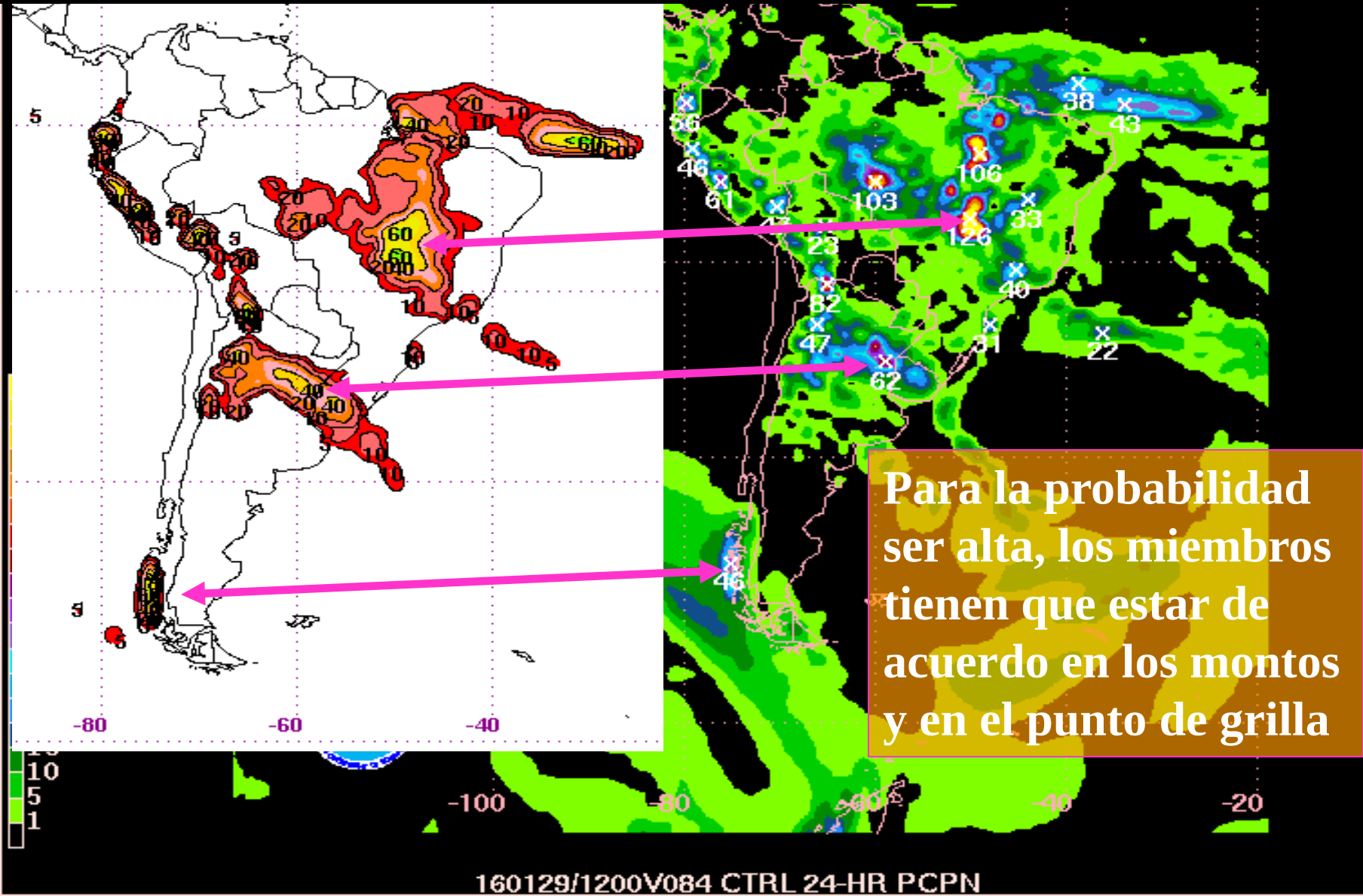
Agua Precipitable



Agua Precipitable de la Norma

- ¿Cómo podemos aplicar el ensamble de modelos para establecer confianza en un pronóstico?
- ¿Bajo qué condiciones puede fallar el pronóstico del ensamblaje en la predicción de eventos de precipitación significantes?
- ¿Qué limitante tiene el pronóstico probabilístico de que un umbral de lluvia sea excedido?
- ¿Cómo podemos utilizar los analices y pronósticos del MJO en nuestros pronósticos de precipitación?

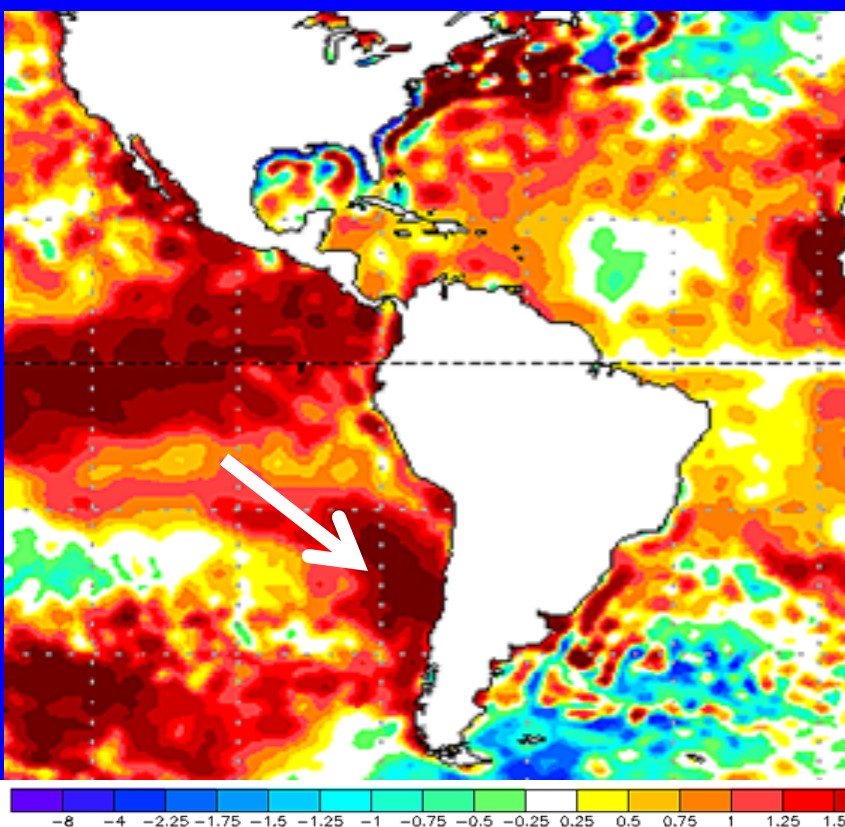
¿Cuan confiable es el pronostico de que el umbral de lluvia se excedido?



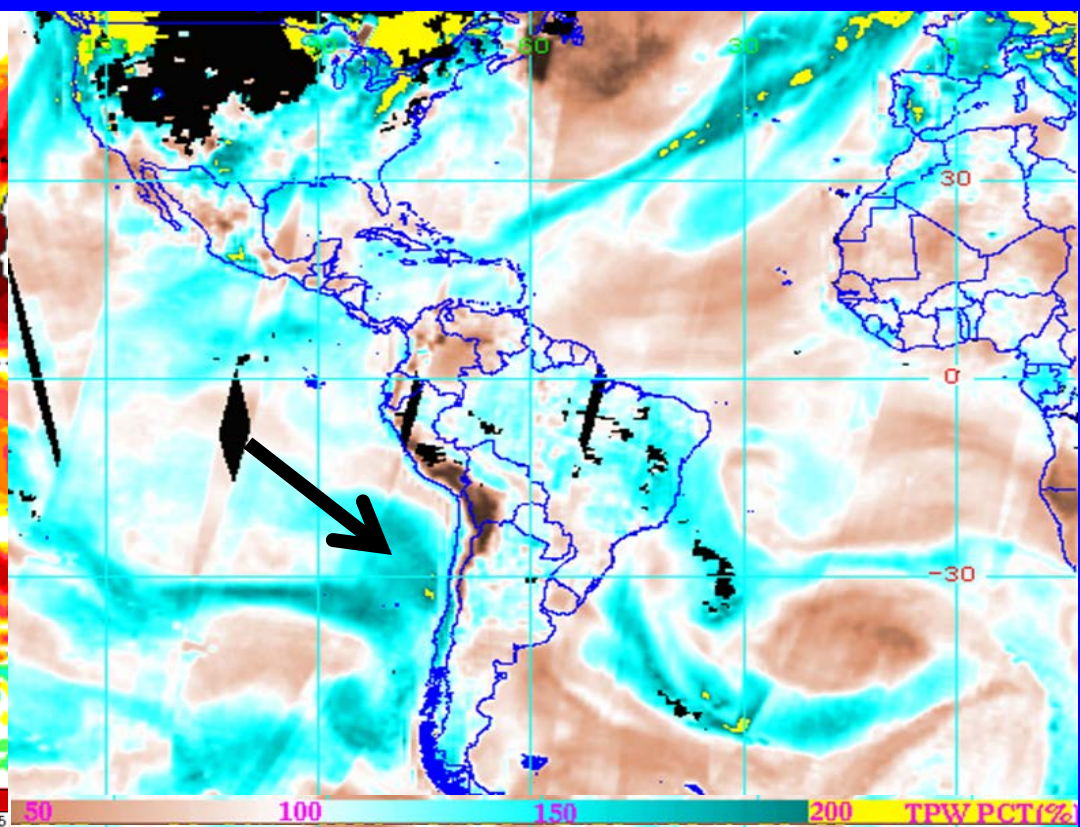
- ¿Cómo el Hidro-Estimador nos puede ayudar en minimizar la incertidumbre de un pronóstico?
- ¿Bajo qué condiciones los Hidro-Estimadores funcionan mejor?
- ¿Qué es un ensamble de modelos, y cual es el mínimo de modelos para tener un ensamblaje?
- ¿Hay acoplamiento entre la atmosfera y los océanos en los modelos numéricos?
- ¿Cómo varia la temperatura del agua del mar en el transcurso de un pronóstico?

Anomalías de TSM y Agua Precipitable

¿Cómo las anomalías cálidas del agua afectan el contenido de agua en la atmósfera?



Anomalías TSM



Anomalías Agua Precipitable