

Herramientas de pronóstico desarrolladas en los escritorios internacionales del WPC

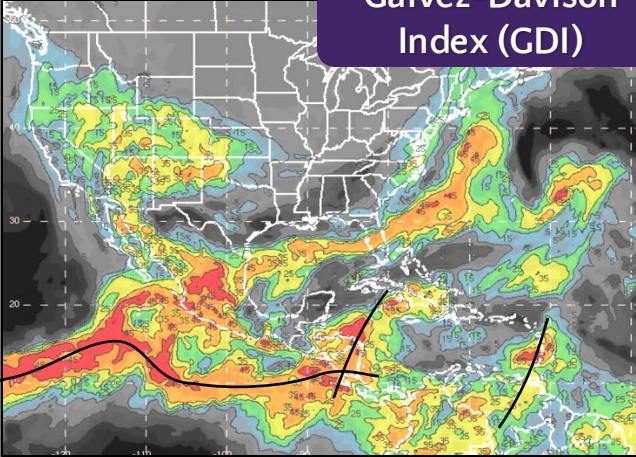
Por José Manuel Gálvez

Lima, Perú, 2 de octubre de 2025

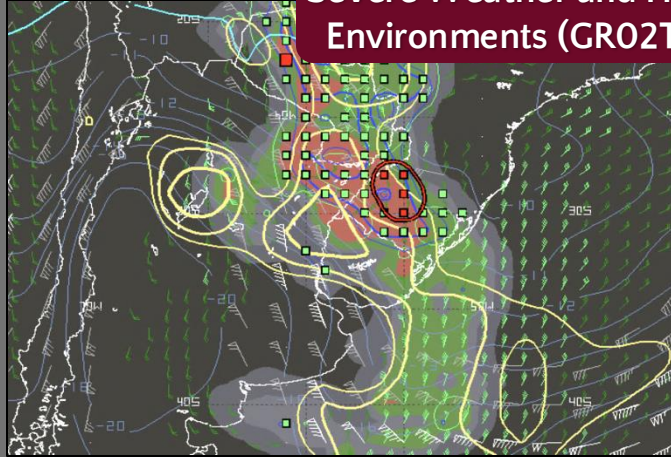
La grabación se hará disponible en <https://rammb2.cira.colostate.edu/training/rmtc/focusgroup/>

Seis herramientas de pronóstico han sido desarrolladas desde 2013

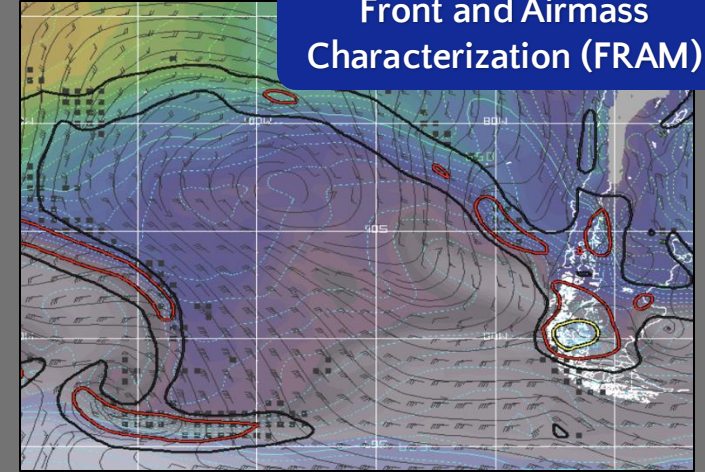
Gálvez-Davison
Index (GDI)



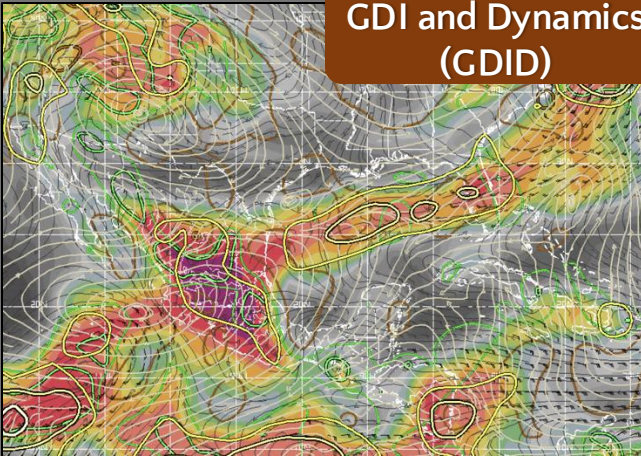
Severe Weather and Hail
Environments (GRO2T)



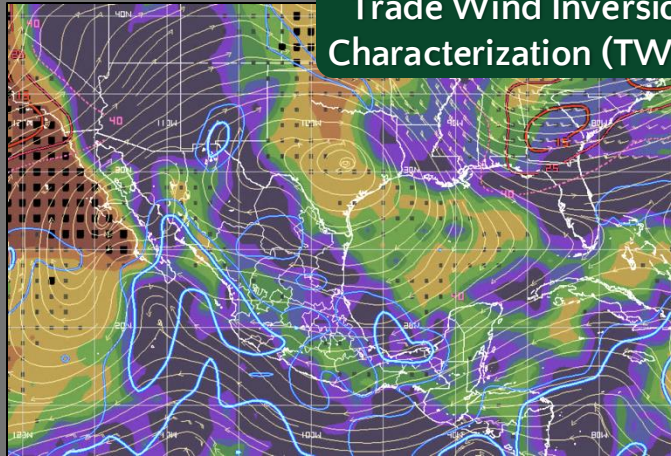
Front and Airmass
Characterization (FRAM)



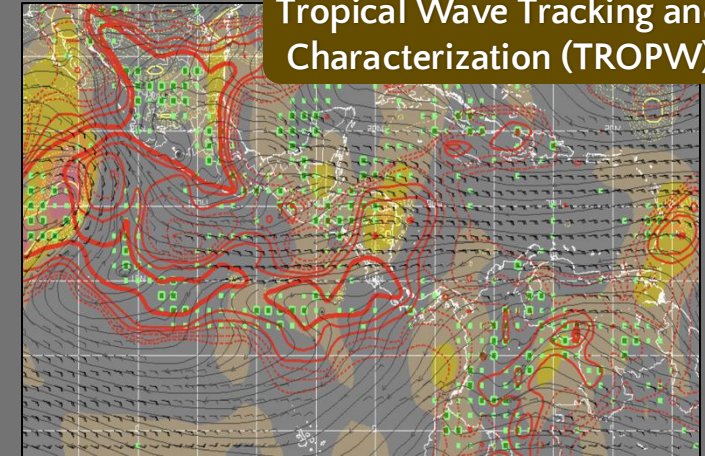
GDI and Dynamics
(GDID)



Trade Wind Inversion
Characterization (TWIN)



Tropical Wave Tracking and
Characterization (TROPW)

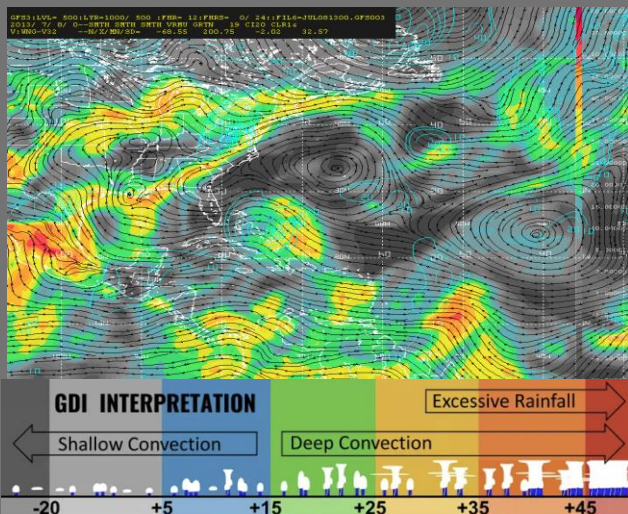


La primera fue el Índice Gálvez-Davison (GDI)

Herramienta	Aplicación deseada	Aspectos principales descritos	Autores y año
Índice Gálvez-Davison (GDI)	Pronóstico cuantitativo de precipitaciones (QPF) en trópicos y subtrópicos	• Inestabilidad convectiva para la convección tropical y subtropical	• José Gálvez (WPC) • Mike Davison (WPC) 2013

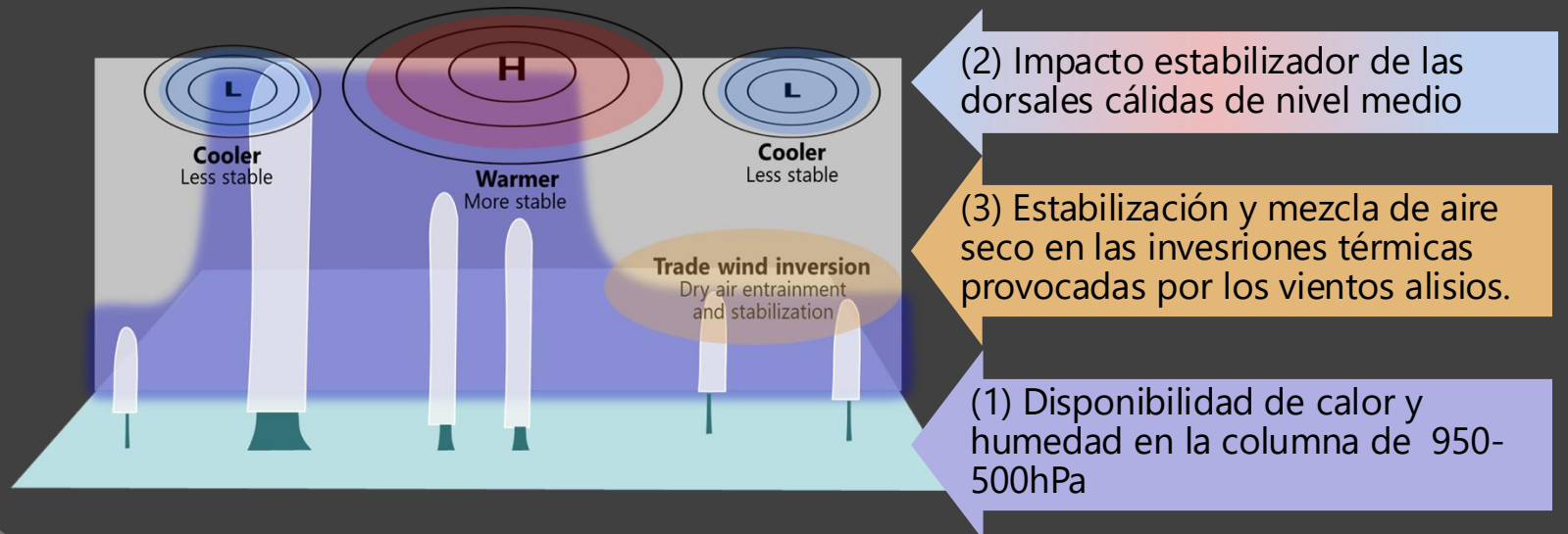
APLICACIONES DEL GDI

- Pronóstico de lluvias excesivas
- Planeamiento de rutas de vuelo en la aviación
- Detección de sistemas meteorológicos de gran impacto
- Análisis de la estructura de los ciclones tropicales
- Seguimiento de ondas tropicales
- Detección de entornos para la formación de sistemas convectivos de mesoescala (MCS)



El GDI destaca:

- 1) Disponibilidad de calor y humedad a 500 hPa y por debajo de esta.
- 2) Impactos estabilizadores de las dorsales de nivel medio.
- 3) Impactos estabilizadores y desecantes de las inversiones de temperatura en los regímenes de vientos alisios.



El GDI está disponible en muchos lugares!

Información sobre la variedad de medios de acceso a pronósticos actuales del GDI, artículos científicos y entrenamiento en:



<https://www.drjosemanuelgalvez.com/gdi/>

NOAA

AWIPS

NAWIPS

Web

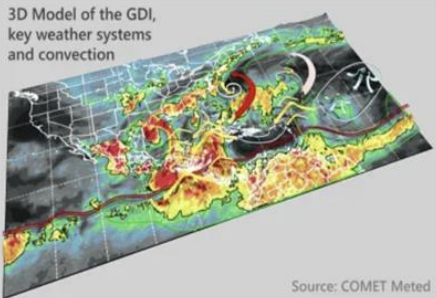
Utilizado en WFOs

Utilizado en la AWC

Módulo de entrenamiento COMET

GDI TRAINING MODULE AT COMET-METED

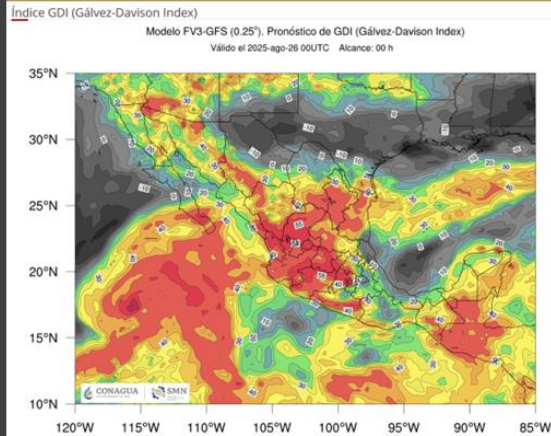
3D Model of the GDI,
key weather systems
and convection



Source: COMET Meted

**Codificado por servicios
meteorológicos internacionales**

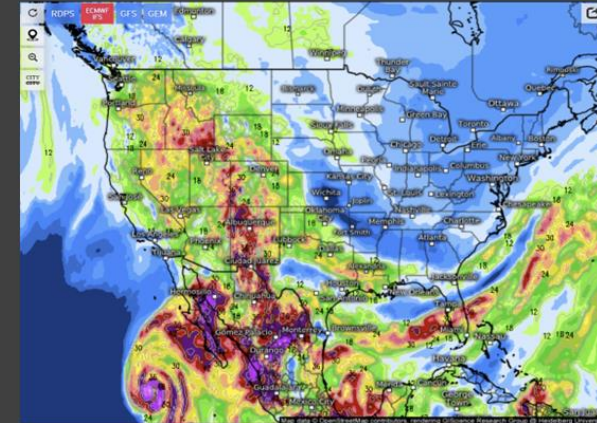
Mexico NWS



Brazil NWS, internamente

El Salvador NWS, internamente

**Codificado por muchas compañías
privadas utilizando diferentes
modelos, incluyendo ECMWF AIFS**



**Investigación:
17 artículos publicados**

Cinco herramientas de pronóstico más allá del GDI

Herramienta	Aplicación deseada	Aspectos principales descritos	Autores y año
Índice Gálvez-Davison (GDI)	Pronóstico cuantitativo de precipitaciones (QPF) en trópicos y subtrópicos	<ul style="list-style-type: none"> • Inestabilidad convectiva para la convección tropical y subtropical 	<ul style="list-style-type: none"> • José Gálvez (WPC) • Mike Davison (WPC) 2013
Ambientes de Granizo y Tiempo Severo (GRO2T)	Pronóstico de tiempo severo en latitudes subtropicales y medias de américa del sur, con énfasis en granizo	<ul style="list-style-type: none"> • Riesgo general de gravedad • Riesgo específico de granizo • Dinámica de chorros en altos y bajos 	<ul style="list-style-type: none"> • José Gálvez (WPC) • Néstor Santayana (INUMET, Uruguay NWS) 2015
GDI y dinámica (GDID)	Pronóstico cuantitativo de precipitaciones (QPF) en trópicos y subtrópicos	<ul style="list-style-type: none"> • Inestabilidad del GDI • Dinámica que estimula o limita el uso del GDI para formar convección 	<ul style="list-style-type: none"> • José Gálvez (WPC) • Mike Davison (WPC) 2017
Caracterización de la inversión de los vientos alisios (TWIN)	Desarrollo vertical y estructura del regimen de convección de los vientos alisios	<ul style="list-style-type: none"> • Altura+intensidad de capa estable más baja • Potencial de ingreso de aire seco • Soporte de nivel medio 	<ul style="list-style-type: none"> • José Gálvez (WPC) 2018
Caracterización del frentes y masas de aire (FRAM)	Detección de límites de superficie con énfasis en frentes	<ul style="list-style-type: none"> • Aspectos térmicos, de humedad y gradientes de las masas de aire • Frentes superficiales, líneas de cizalladura 	<ul style="list-style-type: none"> • José Gálvez (WPC) 2020
Seguimiento y de ondas tropicales (TROPW)	Detección, seguimiento y caracterización de ondas tropicales	<ul style="list-style-type: none"> • Posición y Propagación de las ondas en regímenes de vientos alisios • Aspectos convectivos y dinámicos de las ondas 	<ul style="list-style-type: none"> • José Gálvez (WPC) Contribuciones de Gabriela Chinchilla, Andrew Levine, Jay Alamo, Bonnie Castellanos y Shamal Clarke 2023

Mi trabajo en las herramientas en WPC durante agosto de 2025

- 1) Recodificación de cada herramienta, para facilitar su replicación en otras plataformas.
 - Creación de variables específicas para cada algoritmo.
 - Mejora de la documentación dentro y fuera del código.
- 2) Mejora de cuatro algoritmos: cálculos y visualización.
 - GDID: Reversión al GDI y optimización de los gráficos y los umbrales trazados.
 - TROPW: Optimización de la computación y las visuales.
 - TWIN: Optimización de la computación y las visuales.
 - FRAM: Modificación de los cálculos para capturar mejor los gradientes de masas de aire con mayor robustez matemática. Integración del flujo de humedad de bajo nivel para una detección más clara de los límites, mejora de visuales y ampliación de la cobertura del dominio (p. ej. La isla de Pascua y frentes que afectan a Brasil y a los Estados Unidos).
- 3) Desarrollo de leyendas para todos los algoritmos y su implementación en línea.
- 4) Optimización del flujo operativo y su implementación.
- 5) Mejora del sitio web y de la información en línea sobre las aplicaciones de cada herramienta.

Métodos de acceso a las herramientas de pronóstico

(1) En línea a través de <https://www.wpc.ncep.noaa.gov/international/wng/>

National Weather Service
Weather Prediction Center

Site Map News

DOC NOAA NWS NCEP Centers: AWC CPC EMC NCO NHC OPC SPC SWPC WPC

WPC International Desks Forecasting Algorithms
Updated daily with operational 1° GFS and Wingrids V5

Access to the WPC International Desks Forecasting Tools

Click on any domain to access the tools

★ ■ ▲ ● ☆ Mexico and the United States

★ ■ ▲ ● ☆ Caribbean and Central America

★ ■ ▲ ● ☆ Tropical South America

★ ■ ▲ ● ☆ Extratropical South America and the southeast Pacific

Forecasting Tools

- ★ Gálvez-Davison Index and Dynamics
- Trade Wind Inversion Characterization
- ▲ Severe Weather and Hail Environments
- Front and Airmass Characterization
- ☆ Tropical Wave Tracking

Updated on August 2025

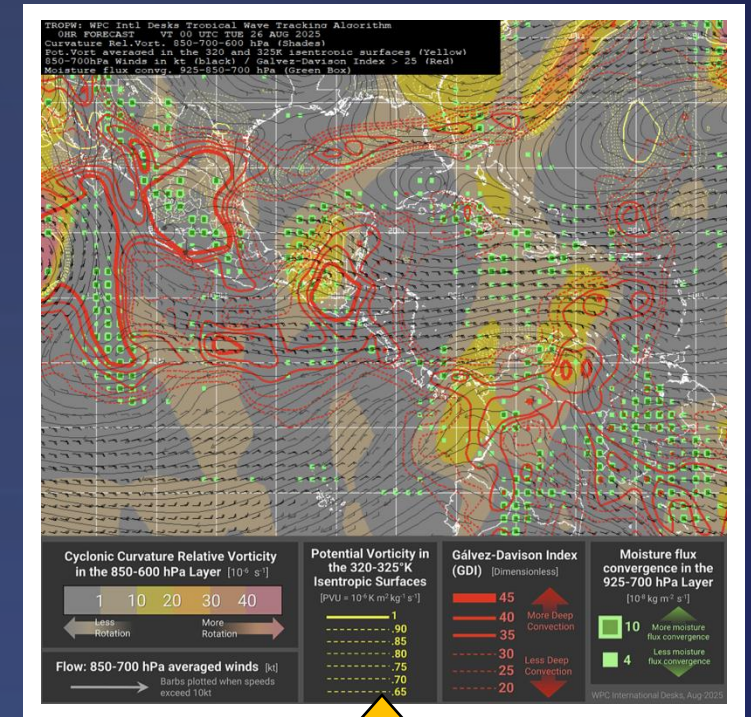
The map grants access to four domains with forecast loops that cover 6 days into the future. The loops are generated with diagnostic forecasting tools developed at the WPC International Desks using 1° GFS data. Many thanks to Jeff Krob, for developing Wingrids to a level that made this possible.

Note: These products are forecast tools, not official forecasts.

(2) Hacer clic en un dominio

Caribbean-Central America Domain

Forecasting Tool Currently Available	GFS 002	GFS 122
Galvez-Davison Index and Dynamics - GDID.CMD The Galvez-Davison Index describes convective instability favorable for tropical and subtropical convection. Yet, analyzing atmospheric dynamics is required to know whether the atmosphere might be capable of utilizing this instability to produce convection. The GDID tool plots the GDI in colors and overlays low-level flow, low-level moisture flux convergence and divergence, upper level flow and upper level divergence to better forecast regions where convection and precipitation might develop. GDID Algorithm Legend A quick guide is on the works.	Idle	Idle
Trade Wind Inversion Characterization - TWIN.CMD To understand convection types in trade wind regimes, understanding the characteristics of the trade wind inversion and overlying airmass are crucial. TWIN diagnoses the height of the lowest-lying stable layer with colors and its position with boxes. 700-500 hPa low relative humidity contours signal the presence of dry air entrainment from the mid-troposphere into the marine layer. 500 hPa averaged flow describes mid-level ridges and troughs, which generally relate to enhanced subsidence and enhanced stability versus deep convection, respectively. High GDI contours signal regions with the potential of deep convection. More information in the TWIN Algorithm Legend . A quick guide is on the works.	Idle	Idle
Severe Weather and Hail Environments - GR02T.CMD GR02T highlights regions with a general the potential for severe weather with shades of color, and specifically detects a potential for hail where colored boxes appear inside colored contours over a color shaded area. Includes 925-850 hPa and 250-500 hPa winds to include impacts of low-level and upper jets on the analysis of the severe weather and hail potential. In addition, 500 hPa temperatures in contours show where mid-level short wave troughs might be present, and where temperatures are sufficiently cold to favor hail. In the Caribbean, these are often temperatures cooler than -8°C. More information in the GR02T Algorithm Legend . A quick guide is on the works.	Idle	Idle
Front and Airmass Characterization Algorithm - FRAM.CMD FRAM helps to identify surface fronts and airmasses of different characteristics. It uses horizontal gradients of thickness and dewpoint in the lower troposphere, and five variables to plot the magnitude of gradients between airmasses. 1000-925 hPa winds and 1000-925 hPa enhanced moisture flux convergence, included with boxes, aid with the placement surface boundaries. More information in the FRAM Algorithm Legend . A quick guide is on the works.	Idle	Idle
Tropical Wave Tracking and Characterization - TROPW.CMD TROPW was developed to help with the tracking and characterization of tropical waves propagating in the trades. It evaluates cyclonic curvature vorticity in the 850-600 hPa layer, potential vorticity in the 320-325°K isentropic surfaces and 870-700 hPa flow to evaluate features with rotation that propagate from east to west. Additionally, it includes Galvez-Davison Index contours to highlight axes of enhanced convective instability associated with the waves; and 925-700 hPa enhanced moisture convergence with green boxes, which often cluster near tropical waves and signal regions where convection might be triggered. More information in the TROPW Algorithm Legend . A quick guide is on the works.	Idle	Not Available



(3) Hacer clic en una herramienta

Página web de respaldo, con pronósticos actuales

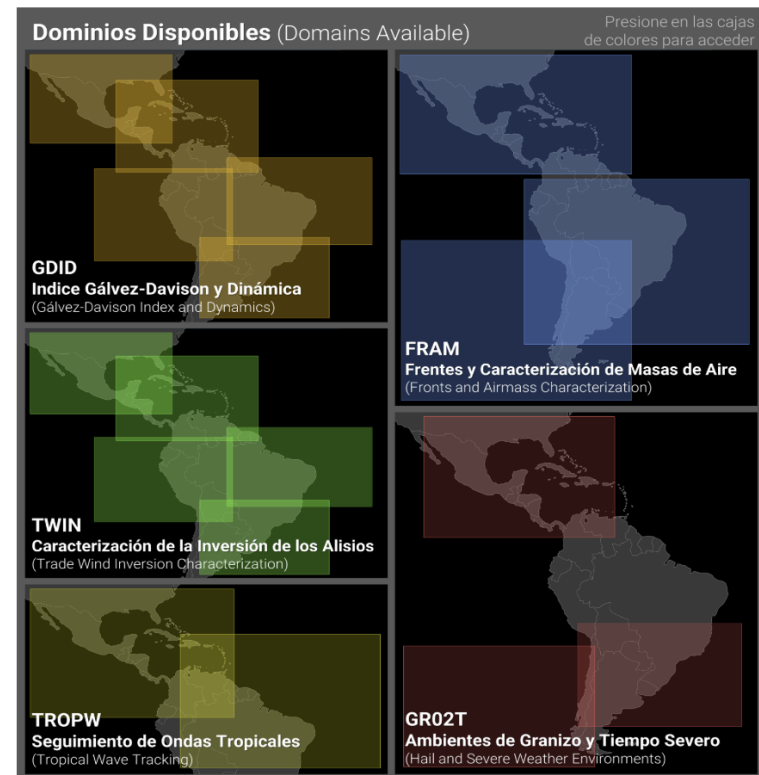
https://www.drjosemanuelgalvez.com/tools/index_spanish.html

La página contiene:

- 1) Pronósticos Actuales
- 2) Código para implementar las herramientas en Wingrids V6.

Herramientas de Pronóstico desarrolladas por José Manuel Gálvez y colaboradores durante su tiempo en los WPC International Desks

Este sitio web aloja la salida operativa de las herramientas de pronóstico desarrolladas por José Manuel Gálvez y colaboradores durante su trabajo en los WPC International Desks. Puedes presionar en cualquier dominio para acceder a los pronósticos del modelo GFS de hoy.

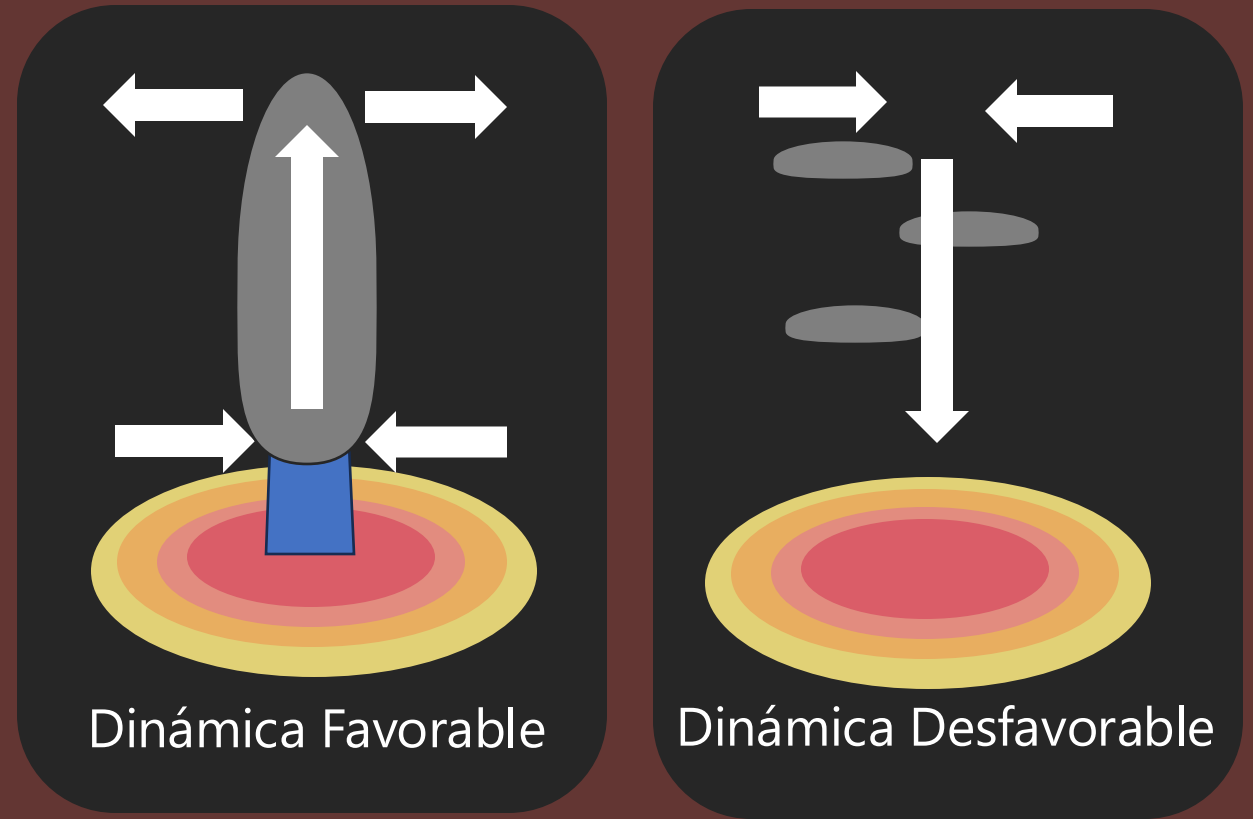


Veamos las herramientas

Índice Gálvez-Davison y Dinámica (GDID)

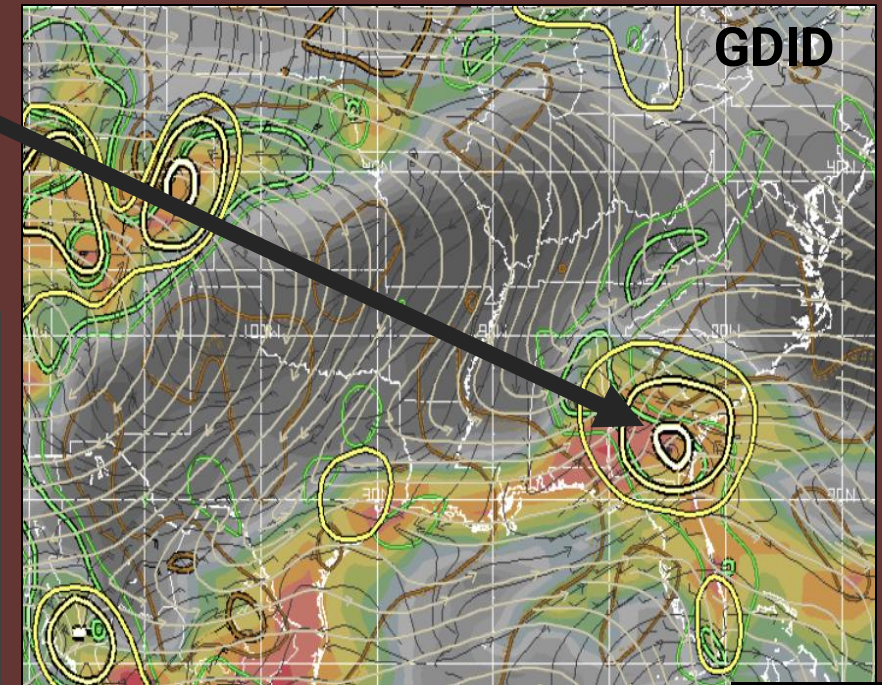
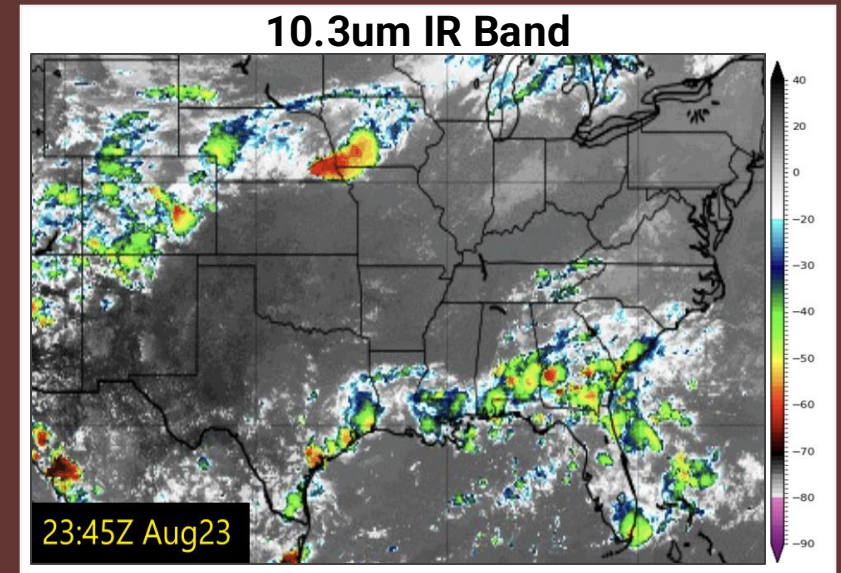
Los índices termodinámicos describen el ambiente estático, pero necesitan ser utilizados en combinación con un análisis de la dinámica atmosférica para comprender donde los movimientos atmosféricos podrían favorecer la utilización de la inestabilidad disponible para generar convección.

El GDID fue creado para ayudar con la interpretación de para ello: saber donde la dinámica puede utilizar GDI alto para generar convección.



Índice Gálvez-Davison y Dinámica (GDID)

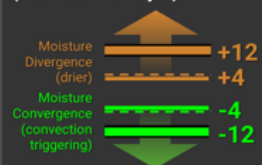
Ejemplo: Las áreas más favorables para convección profunda ocurrieron al sureste de una Vaguada de altura, donde hay Divergencia de altura que coincide con valores altos de GDI y Convergencia en nivel bajo



Gálvez-Davison Index and Dynamics (GDI-D) By J. M. Gálvez, WPC International Desks, 2025

Moisture flux convergence in the low troposphere (950-700 hPa Layer)

$[10^{-8} \text{ kg m}^{-2} \text{ s}^{-1}]$



Evaluation of regions of areas where the low-level flow might trigger convection by piling moisture and stimulating ascent (green); and areas where drying and descent might develop, limiting convection (brown).

Shallow Convection

Gálvez-Davison Index (GDI)

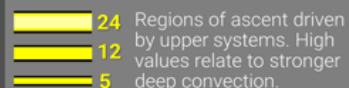
Deep convection

-10 -5 0 5 10 14 18 22 26 30 34 38 42 47 55 65

Describes the potential for convection types in the tropics and subtropics. [Dimensionless]

Upper Wind Divergence (400-200 hPa Layer)

$[x 10^{-6} \text{ s}^{-1}]$



Low-Tropospheric Flow (1000-850 hPa Layer)

[kt]

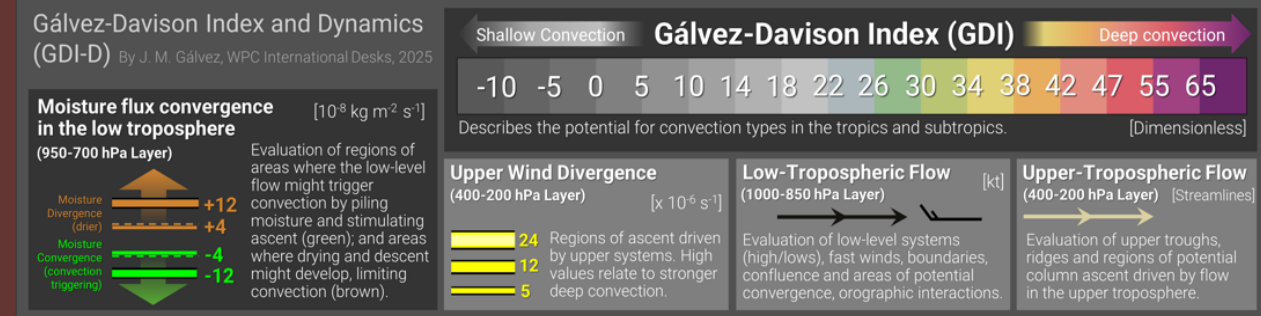
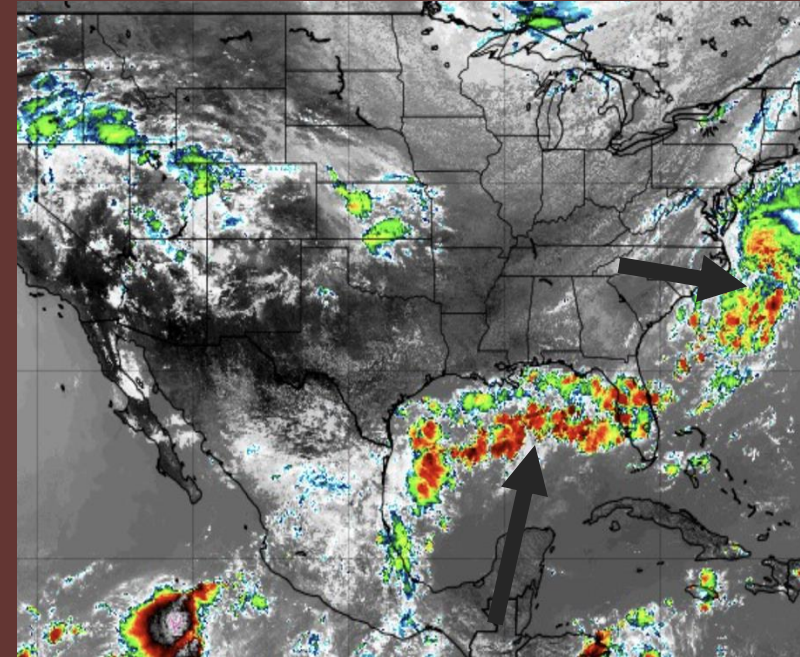
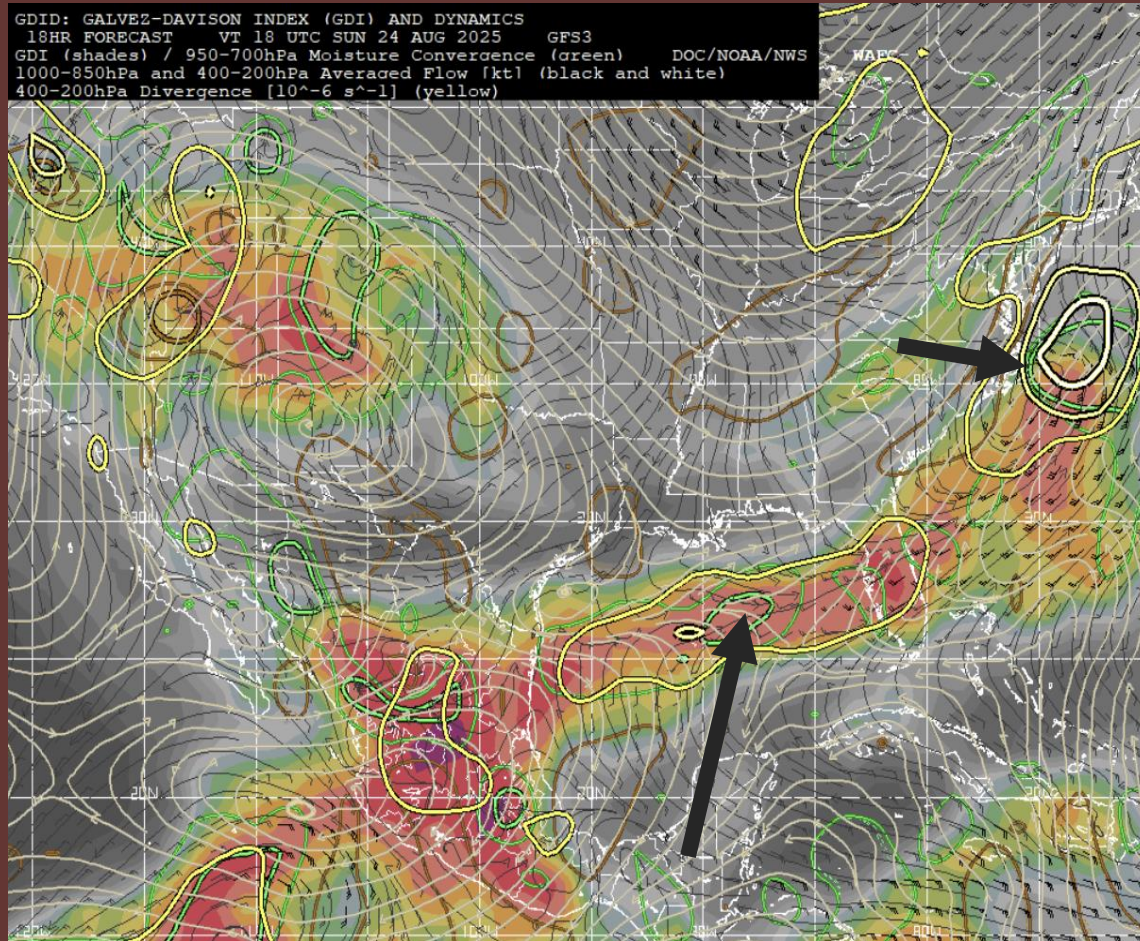
Evaluation of low-level systems (high/low), fast winds, boundaries, confluence and areas of potential convergence, orographic interactions.

Upper-Tropospheric Flow (400-200 hPa Layer)

[Streamlines]

Evaluation of upper troughs, ridges and regions of potential column ascent driven by flow in the upper troposphere.

Gálvez-Davison Index and Dynamics (GDID)



FRAM

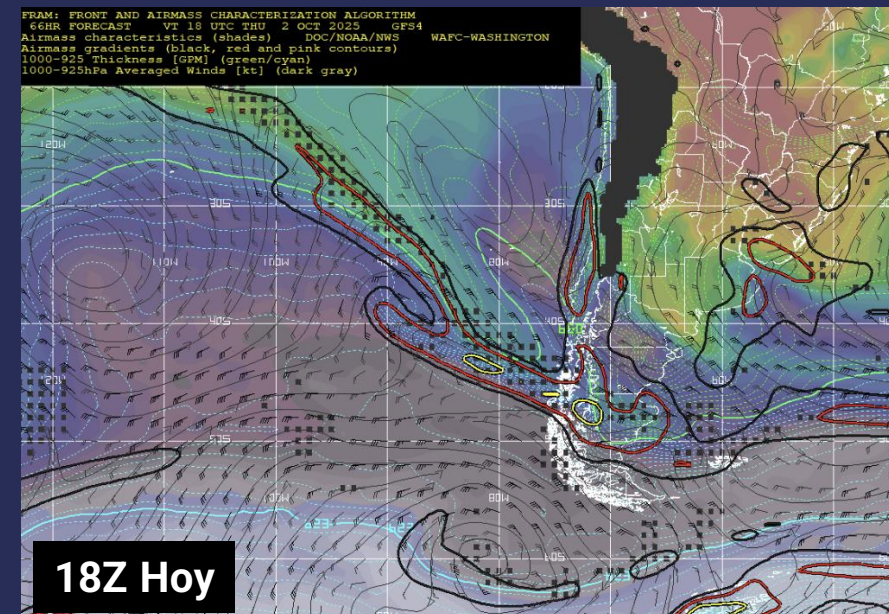
Frentes y caracterización de masas de aire

Frentes y caracterización de masas de aire (FRAM)

FRAM se desarrolló para ayudar con la detección de fronteras cerca a la superficie; y ha sido ajustado para ayudar con la detección de líneas de cortante.

Evalúa:

- 1) Aspectos termales y contenido de humedad de masas
- 2) Gradientes entre masas de aire
- 3) Posiciones de frentes y líneas de cortante (shear lines)



Front and Airmass Characterization Tool (FRAM)

By J. M. Gálvez, WPC International Desks, 2025

Airmass Gradient Magnitude [Dimensionless]

- Weak gradients
- Moderate gradients
- Strong gradients

Note: The baroclinicity of some fronts is too weak to have gradient contours in the plots.

To evaluate gradients between airmasses. It is calculated using five parameters: (1) The gradient of the airmass characteristics field, (2) the gradient of equivalent potential temperature at 1000 hPa, (3) the thickness gradient of the 1000-925 hPa layer, (4) that of the 1000-850 hPa layer and (5) that of the 1000-700 hPa layer. Weights have been determined empirically based on improving visualization while capturing the most prominent fronts according to observations.

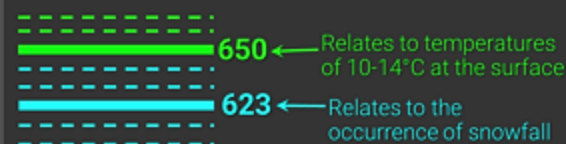
Airmass Characteristics Field

[Dimensionless]



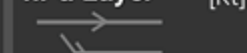
Constructed using thickness and dewpoints in the low troposphere.

1000-925 hPa Thickness [in GPM]



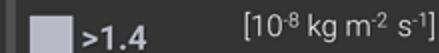
To evaluate thermal aspects in the low troposphere, and the magnitude of thermal gradients.

Winds averaged in the 1000-925 hPa Layer [kt]



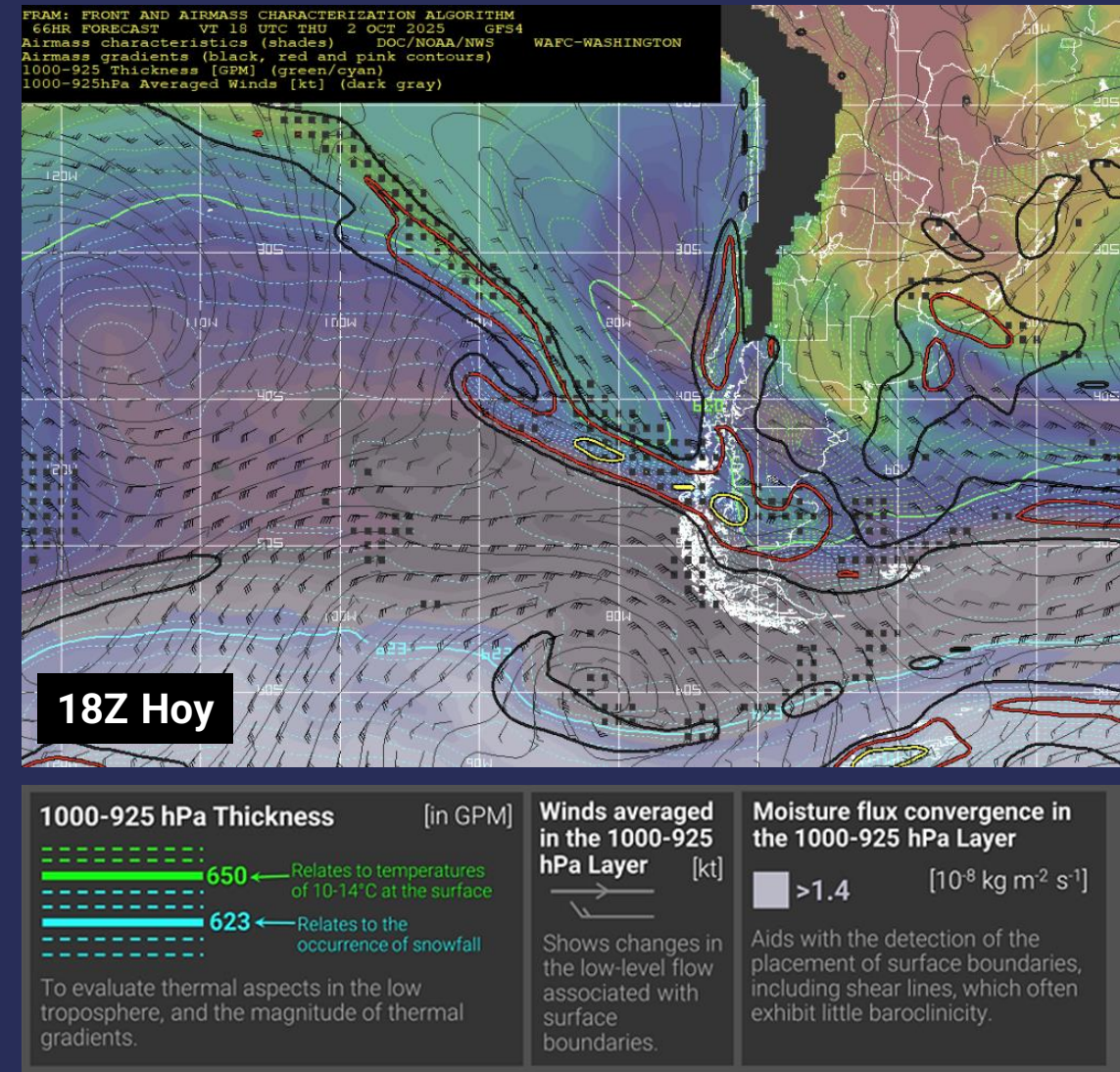
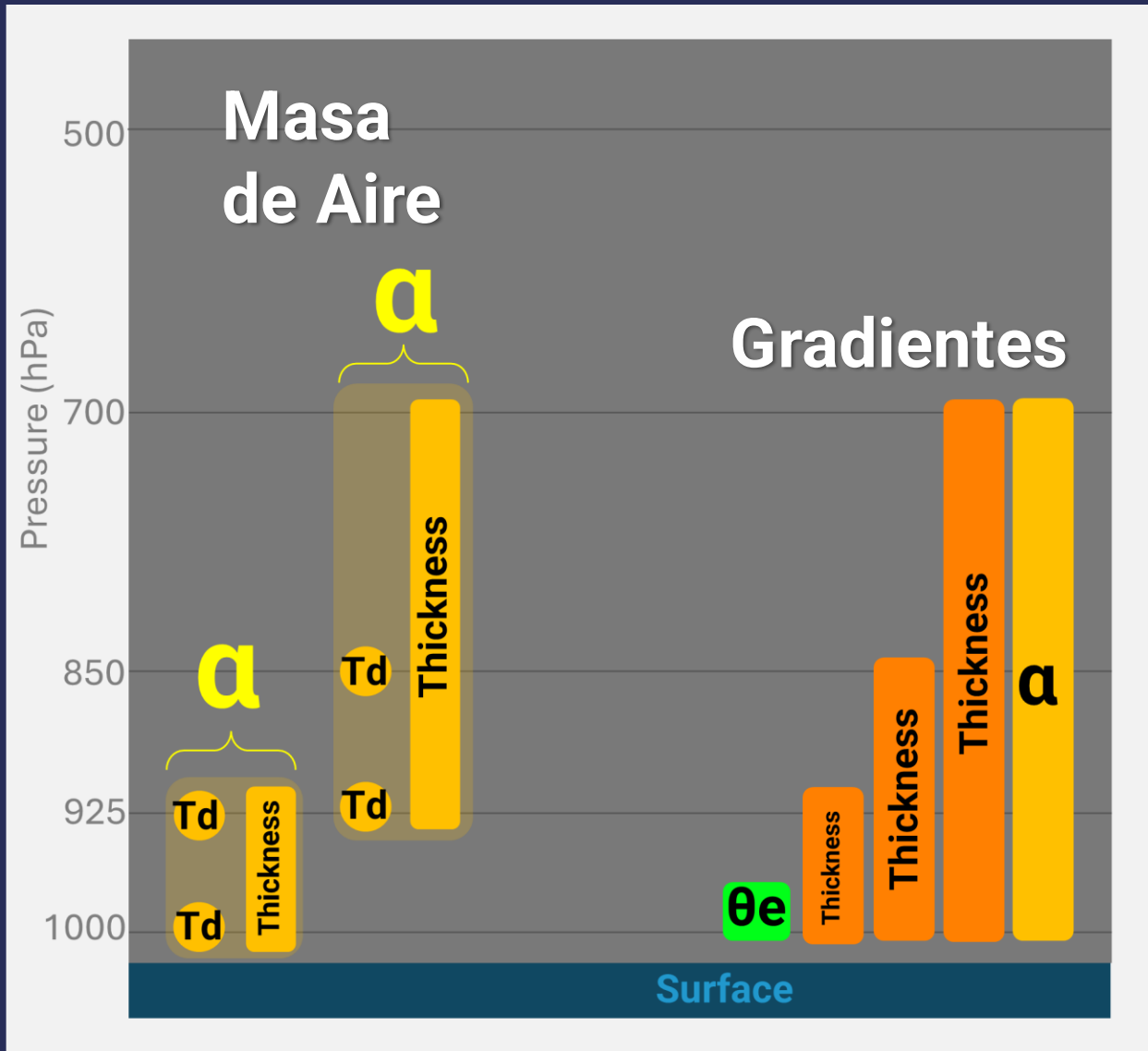
Shows changes in the low-level flow associated with surface boundaries.

Moisture flux convergence in the 1000-925 hPa Layer



Aids with the detection of the placement of surface boundaries, including shear lines, which often exhibit little baroclinicity.

Cómo se caracterizan las masas de aire y gradientes?

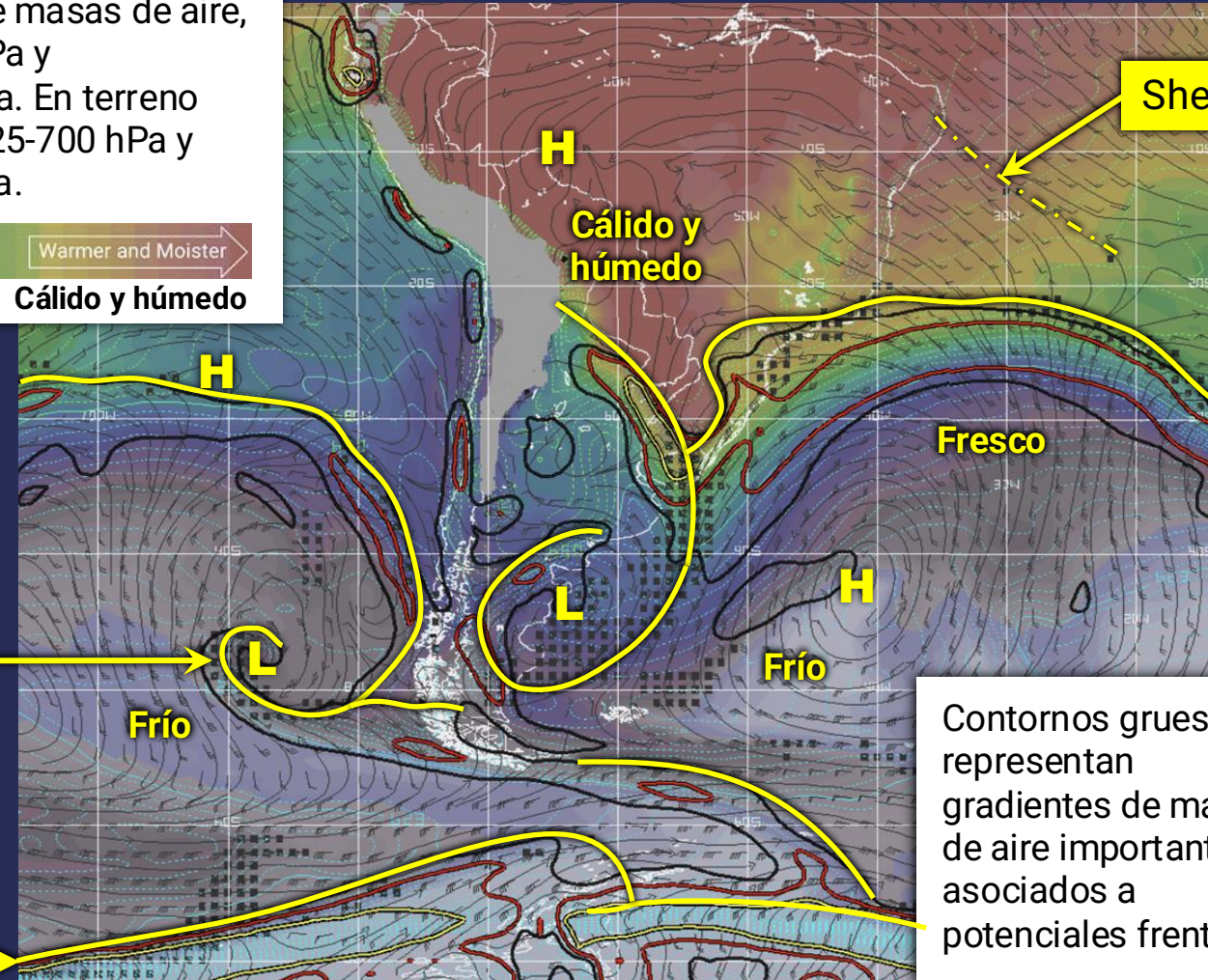


Frentes y caracterización de masas de aire (FRAM)

Colores: Representan las características de masas de aire, construídas con espesores de 1000-925 hPa y temperaturas de rocío de 1000 and 925 hPa. En terreno sobre los 925hPa, se usan espesores de 925-700 hPa y temperaturas de rocío de 925hPa y 850 hPa.

← Cooler and Drier
Frío y seco

Warmer and Moistur
Cálido y húmedo →



Shear Line

Cálido y húmedo

Fresco

Baja ocluída

Frío

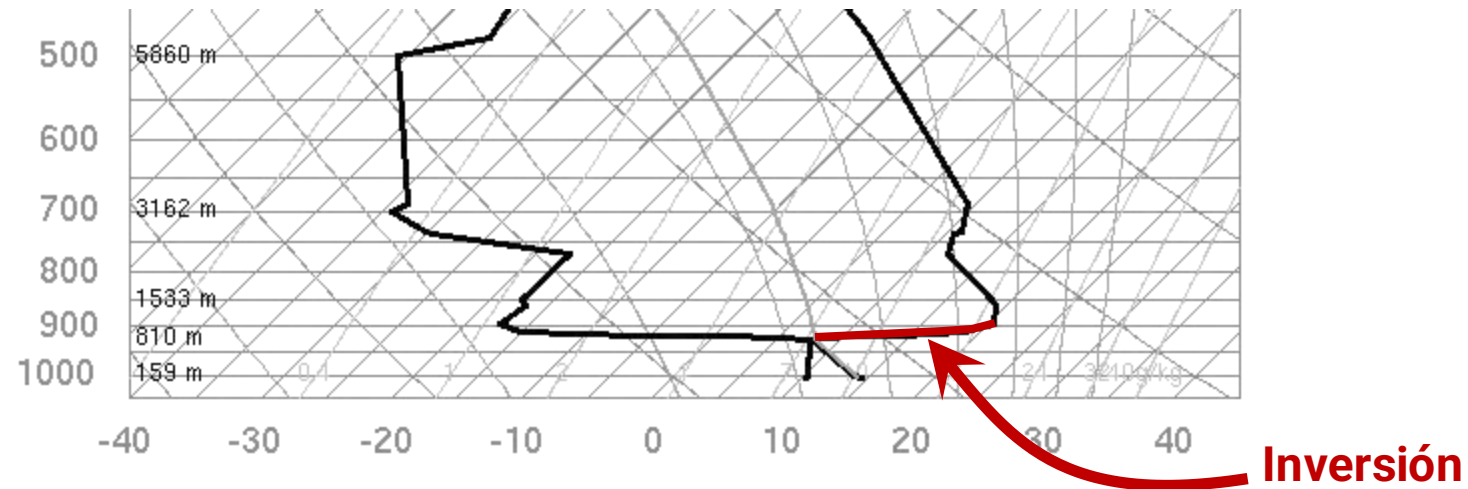
Frío

Frentes antárticos

Contornos gruesos representan gradientes de masas de aire importantes, asociados a potenciales frentes.

TWIN

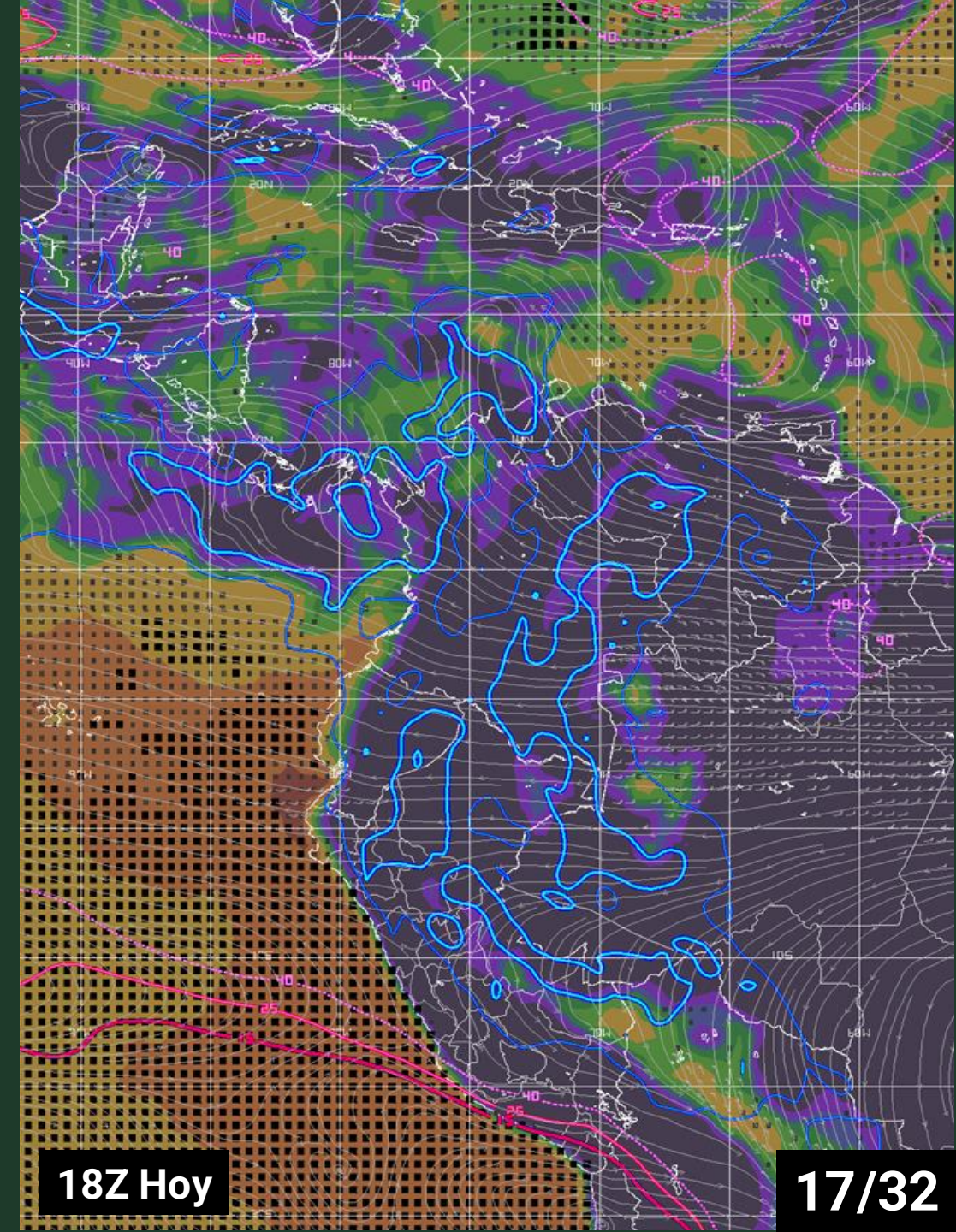
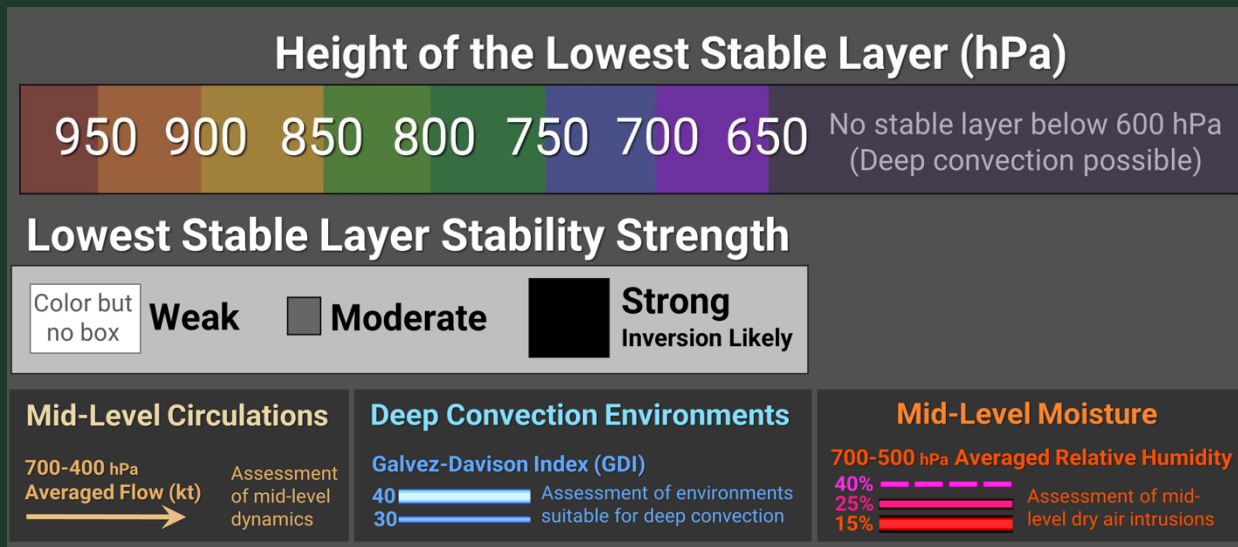
Caracterización de la Inversión de los Alisios



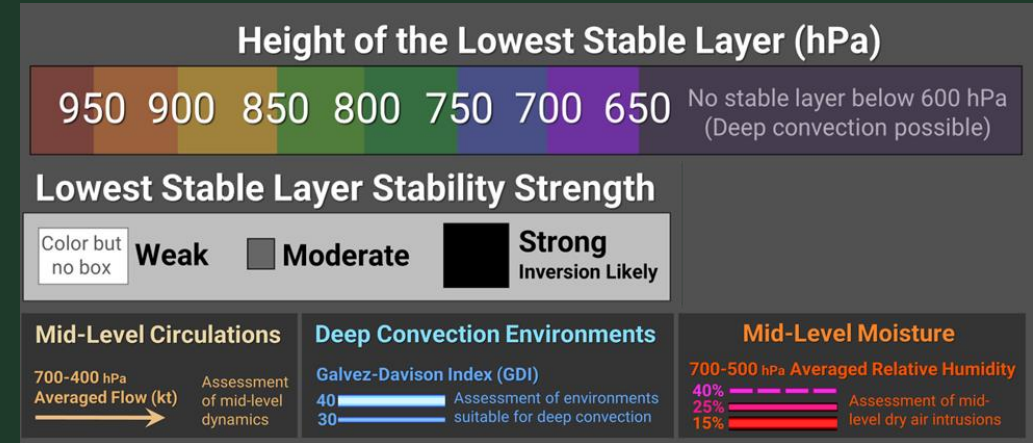
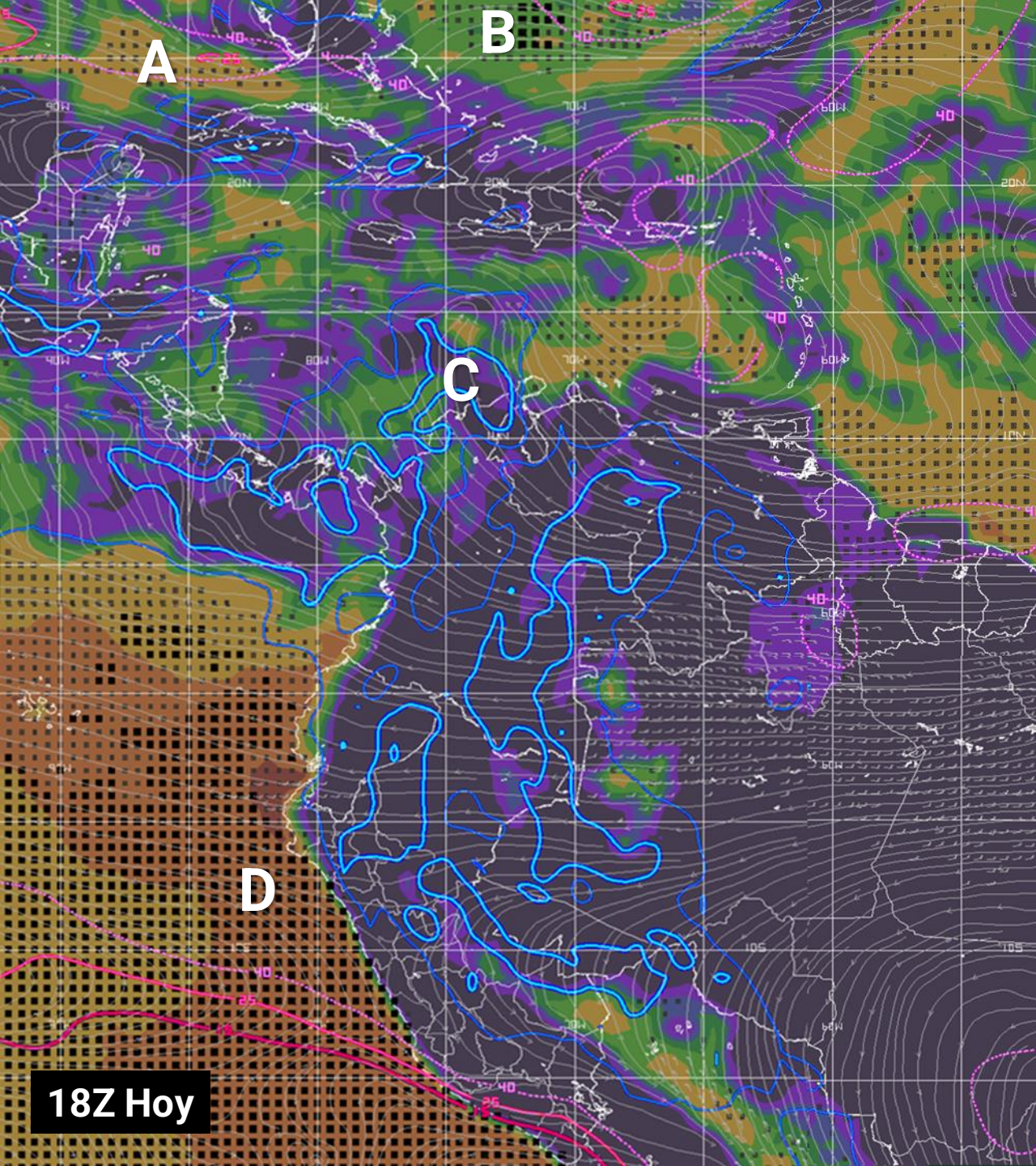
Caracterización de la Inversión de los Alisios (TWIN)

Ayuda con la diagnosis del desarrollo vertical y estructura de la convección que se desarrolla en regímenes de vientos alisios, al dar información sobre:

- La altura e intensidad de la capa estable más cercana a la superficie.
- En potencial de mezcla de aire seco.
- Apoyo de los niveles medios

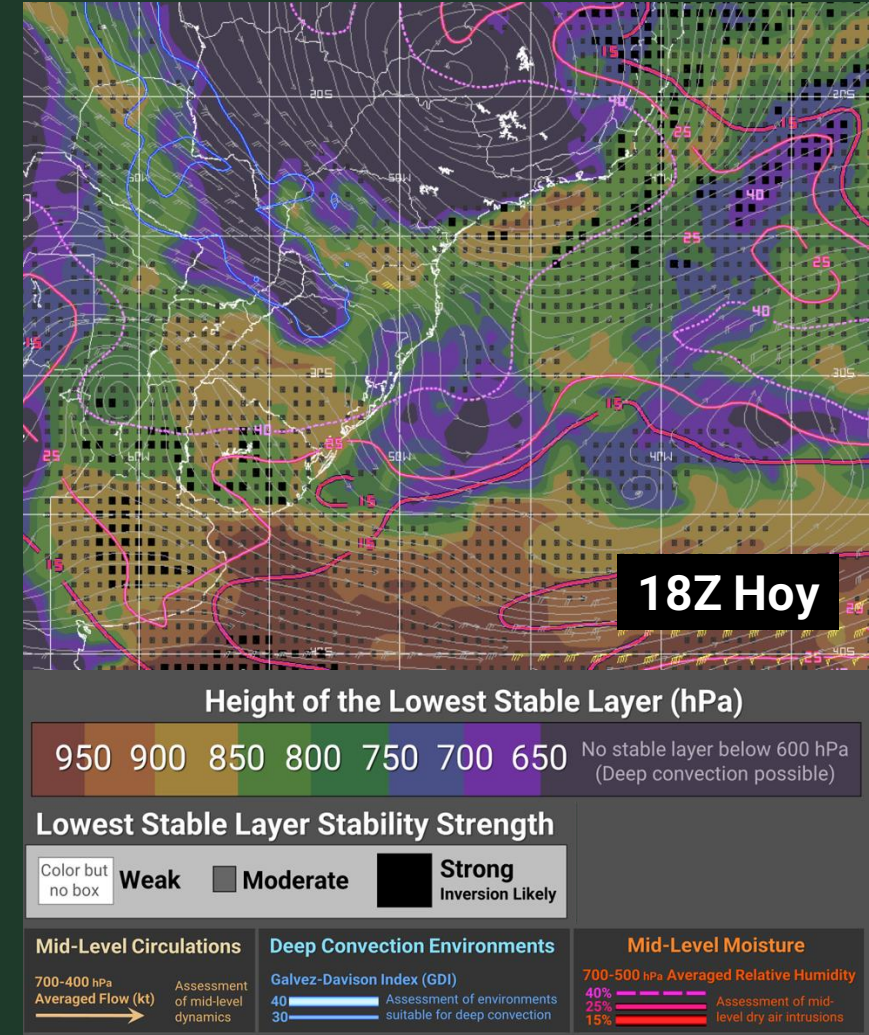
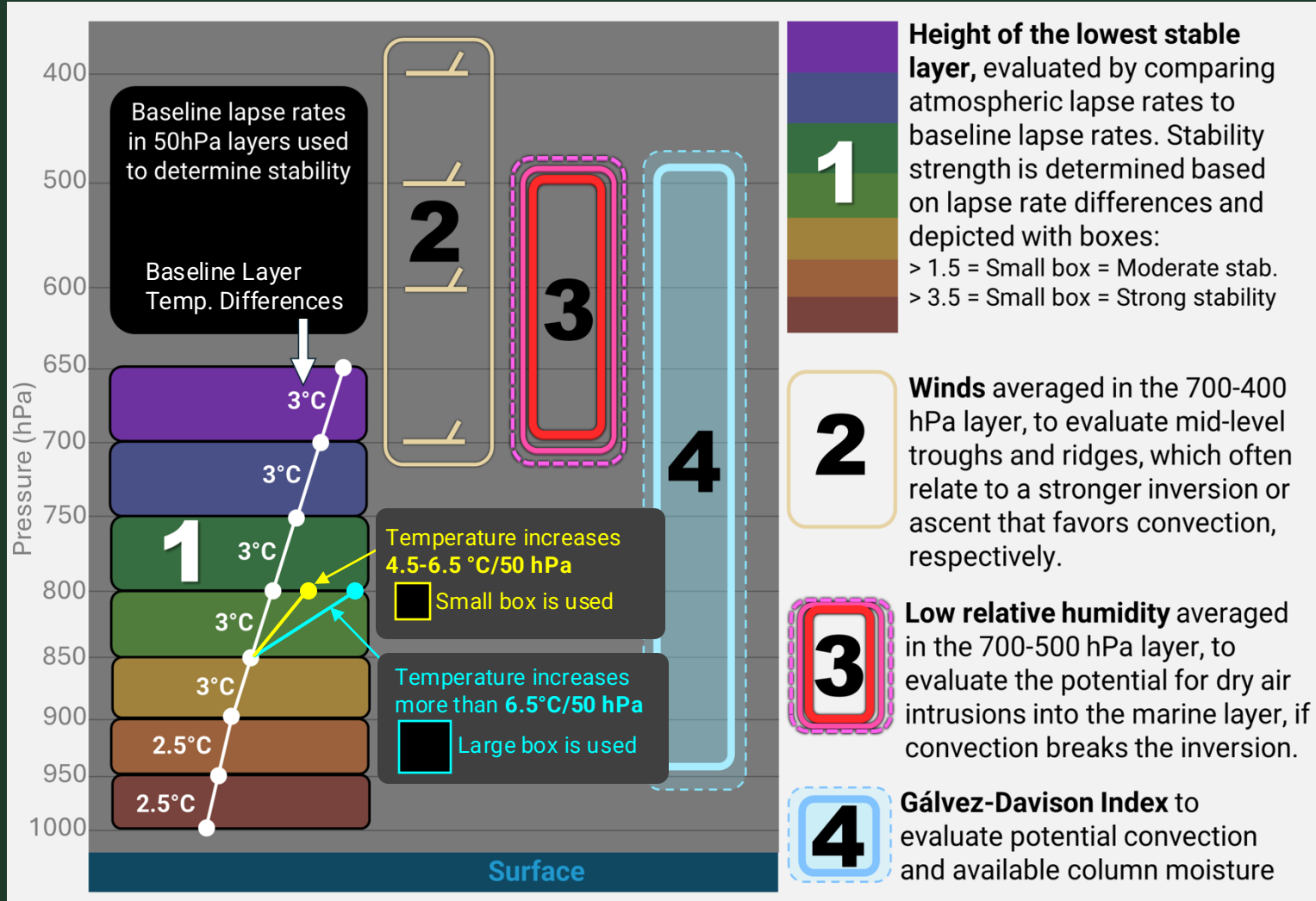


¿Cómo se interpreta el TWIN?



18Z Hoy

¿Cómo se calculan los campos en TWIN?

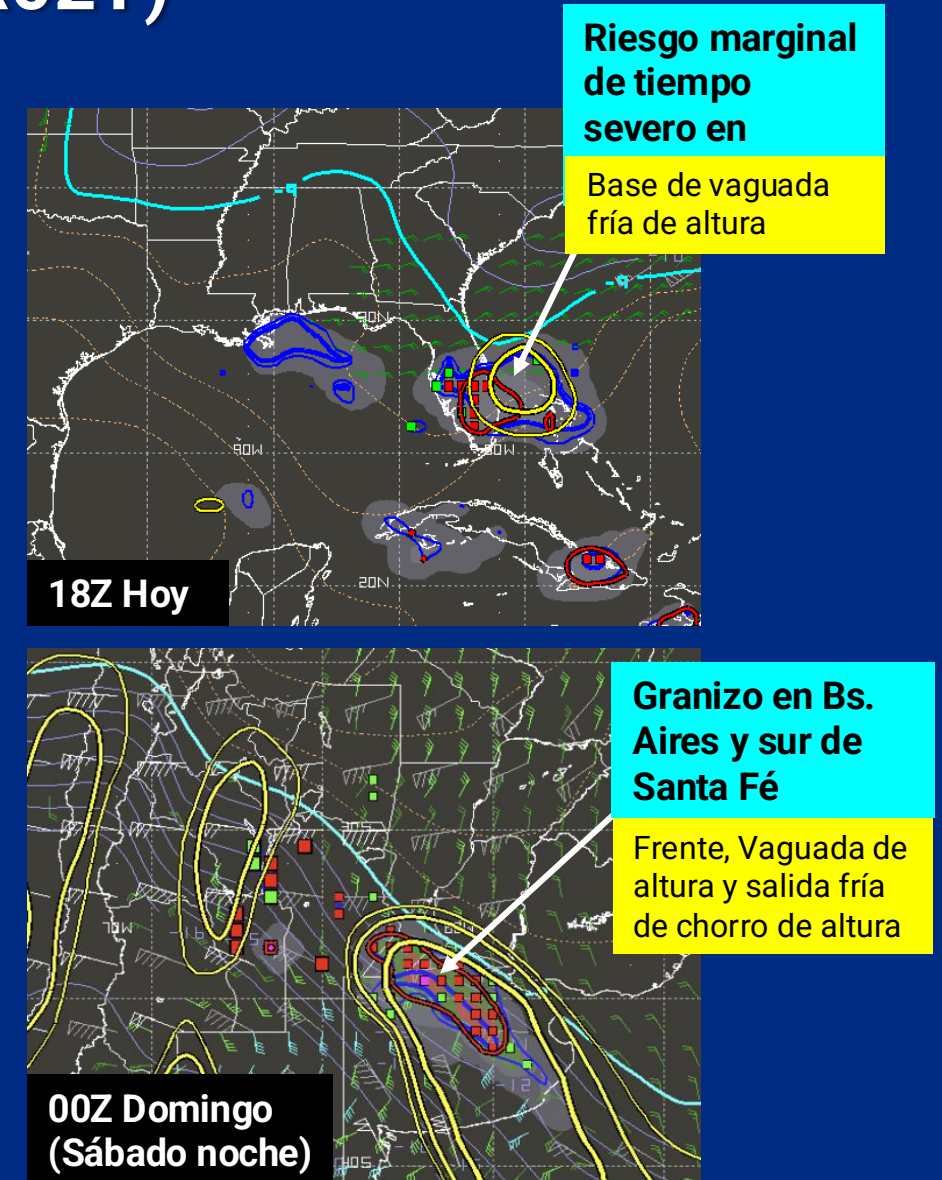


GR02T

**Algoritmo para el
Pronóstico de Granizo y
Tiempo Severo**

Ambientes de Granizo y Tiempo Severo (GR02T)

- Desarrollado en 2015 por Néstor Santayana (INUMET) y José Manuel Gálvez (NOAA) para apoyar con el pronóstico de granizo en la cuenca del Río de la Plata.
- Inicialmente, se basó en observaciones de parámetros meteorológicos presentes durante eventos de granizo en Uruguay. Particularmente:
 - ❖ Diferencia de temperatura entre 700 y 500 hPa
 - ❖ Índice de Levantamiento (Lifted Index)
 - ❖ Razones de mezcla en 500 hPa
 - ❖ Velocidades verticales en la columna
- Evolucionó a una versión compleja: GR02T, disponible desde 2019.



¿Cómo se interpreta el GR02T?

Riesgo de granizo

- Cajas dentro de contornos coloreados.
- Aumenta cuando sobrepuestas sobre regiones con un riesgo general de tiempo severo.
- Comprender el patrón sinóptico e interacción de forzantes, aumenta la confianza.




Riesgo de Granizo

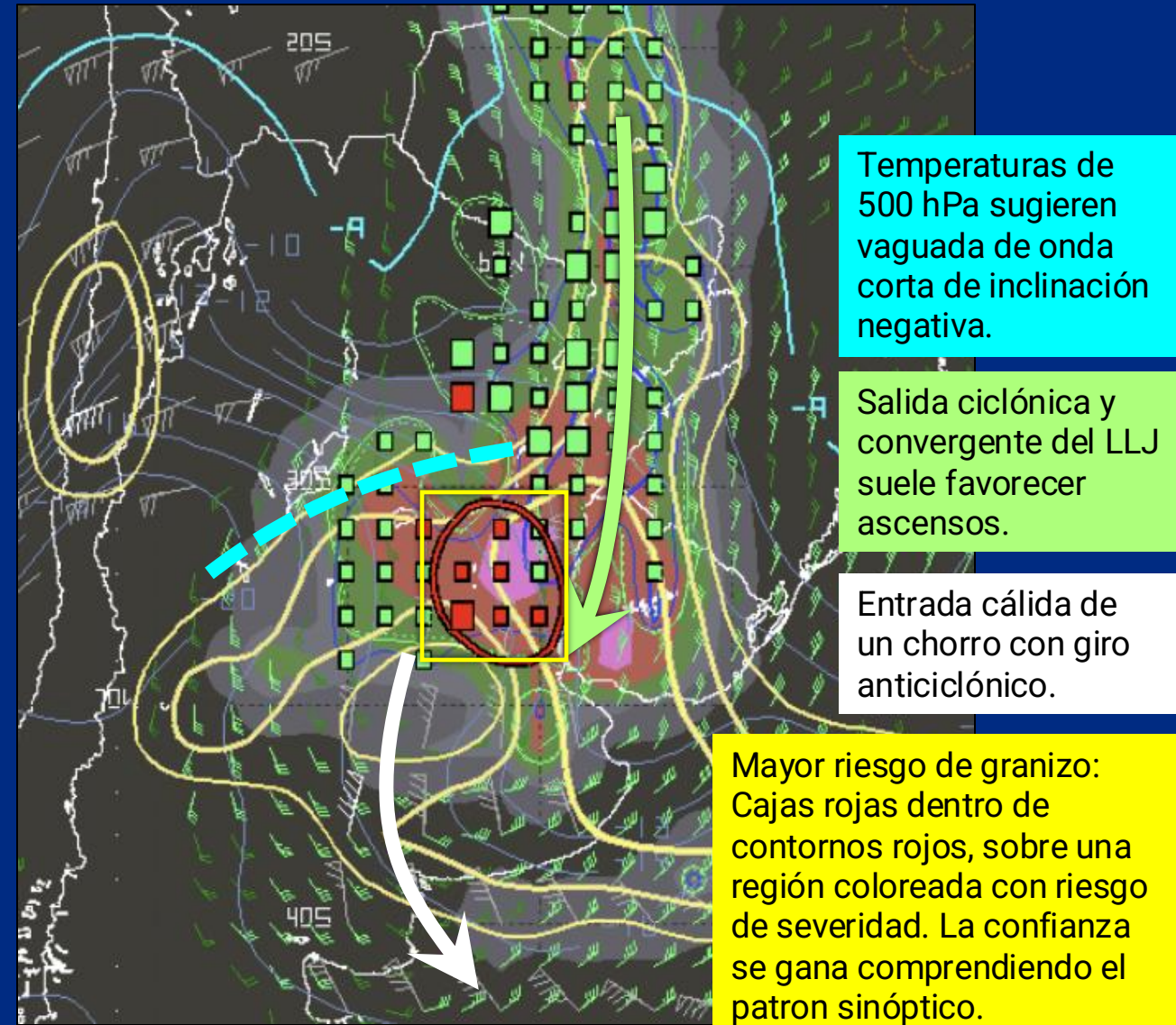
- Elevado ($LI < -6$, ascensos muy fuertes, $dT_{700-500} > 16C$)
- Moderado ($LI < -3$, ascensos fuertes, $dT_{700-500} > 16C$)
- Marginal ($LI < 0$, ascensos moderados, $dT_{700-500} > 16C$)

Riesgo General de Severidad

Convección Intensa	Riesgo Marginal	Riesgo Leve a Moderado	Riesgo Moderado a Elevado
--------------------	-----------------	------------------------	---------------------------

 925-850 hPa Winds [kt]
 250-200 hPa Winds [kt]
 300-200 hPa Divergence

 500 hPa Temperatures [°C]
 Mixing ratio₅₀₀ > 2 g/kg
 Enhanced mixing ratio flux convergence in the 950-700 hPa layer.

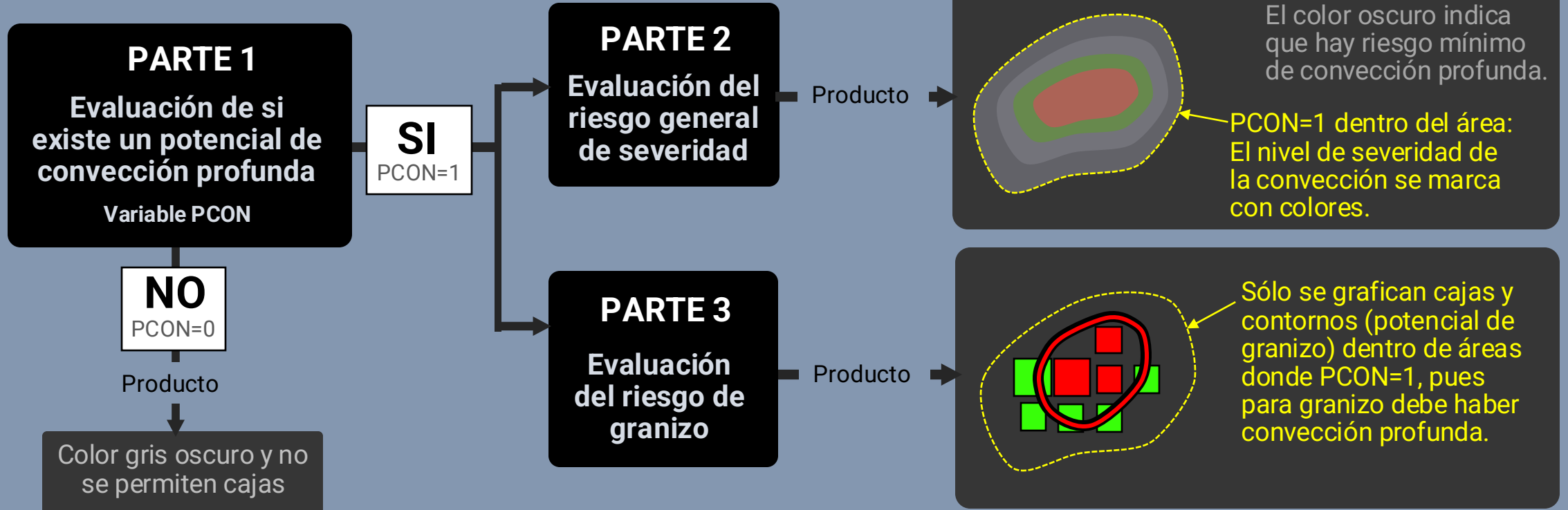


GR02T: ¿Cómo se calcula el riesgo de tiempo severo y granizo?

El algoritmo tiene tres partes:

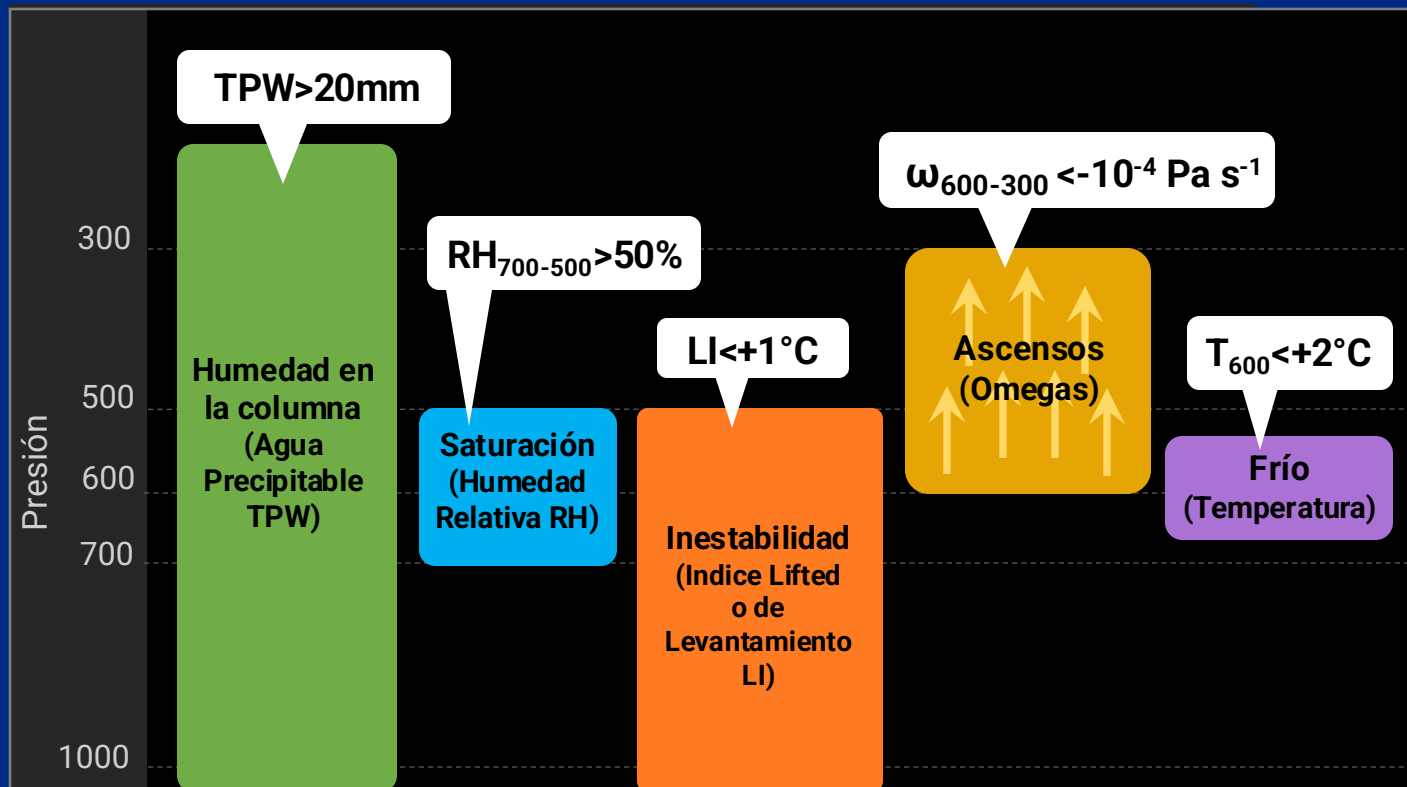
- Las partes 1 y 2 definen un riesgo general de severidad (colores en el fondo)
- La parte 3 define el riesgo específico de granizo.

GR02T:

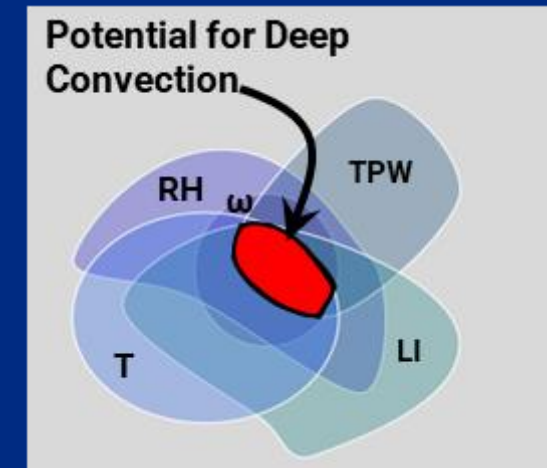


GR02T PARTE 1 ¿Existe un potencial de convección profunda?

1) Se evalúan 5 parámetros relacionados al potencial de convección profunda.

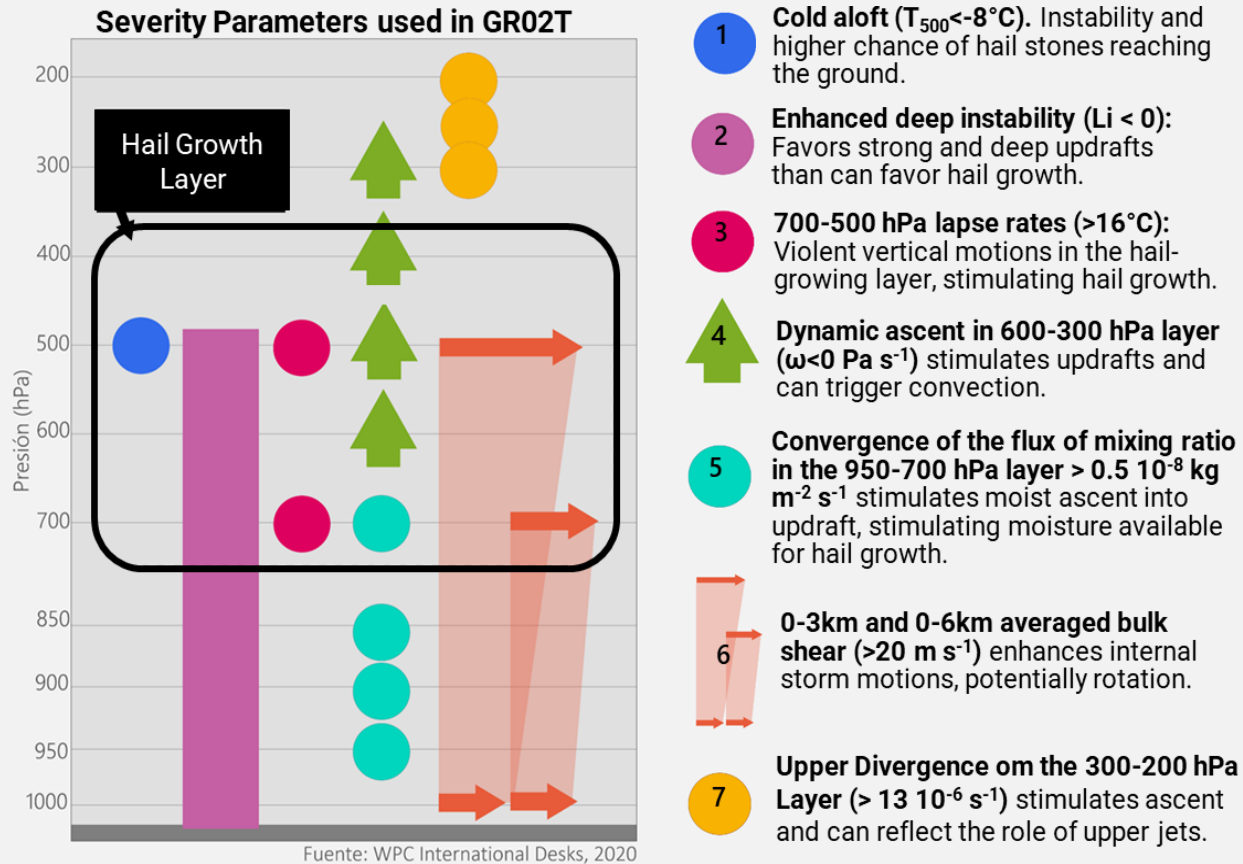


2) Si los cinco parámetros superan los umbrales de modo simultáneo, el punto de grilla se marca como una región donde existe un potencial de convección profunda.



GR02T PARTE 2

¿Cuál es el potencial de severidad dentro de las áreas de convección profunda?



GR02T PARTE 3

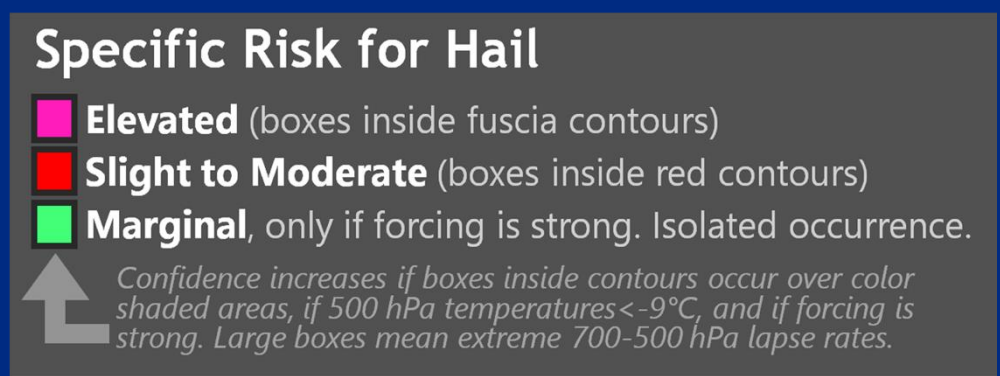
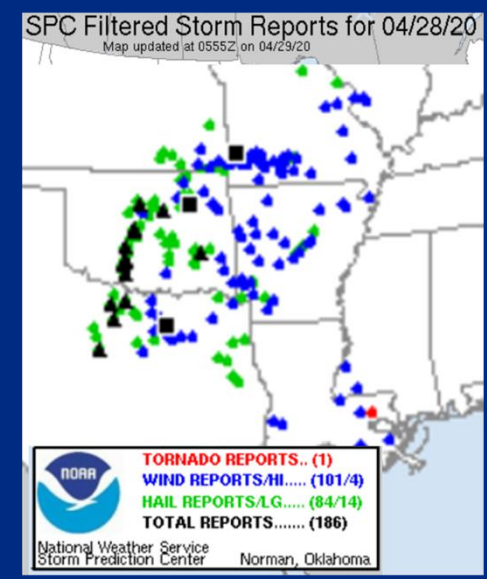
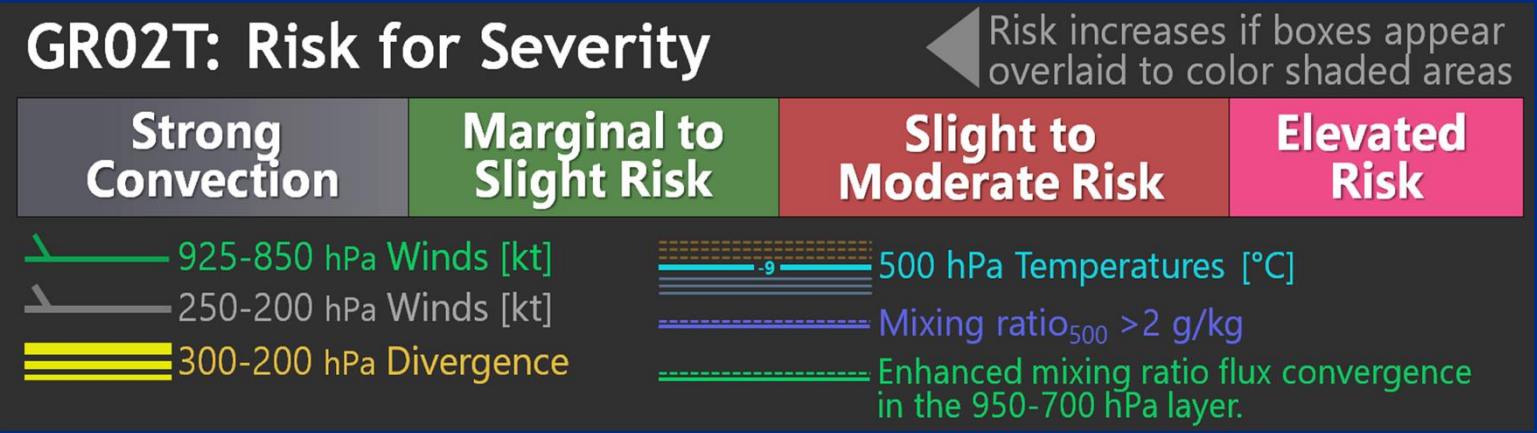
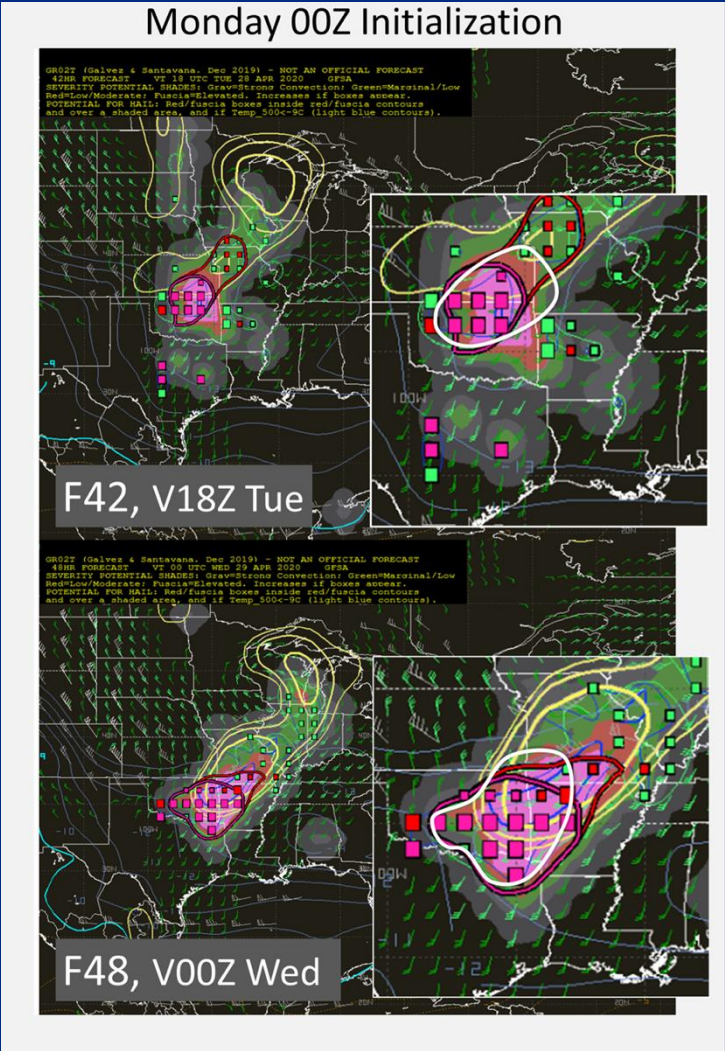
¿Cuál es el potencial de granizo?

Dentro de las áreas de convección profunda se analizan tres parámetros:

- LI
- 600-300 hPa Omegas
- 500-700 hPa lapse rates

Cuando estos exceden umbrales, se marcan cajas con colores

El GR02T se alinea con pronósticos oficiales de tiempo severo en EEUU

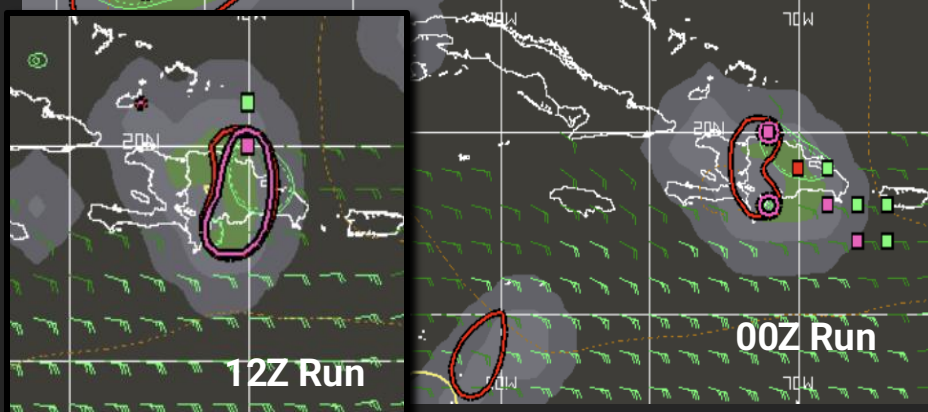


Captura áreas de alerta del SPC y reportes

El GR02T funciona en el norte del Caribe, norte de Centroamérica y México

(1) Salida del GR02T

GR02T (Galvez & Santavana, Dec 2019) - NOT AN OFFICIAL FORECAST
18HR FORECAST VT 18 UTC SUN 24 AUG 2025 GFS3
SEVERITY POTENTIAL SHADES: Grav=Strong Convection: Green=Marginal/Low
Red=Low/Moderate: Fuscia=Elevated. Increases if boxes appear.
POTENTIAL FOR HAIL: Red/fuscia boxes inside red/fuscia contours
and over a shaded area, and if Temp 500<-9C (light blue contours).

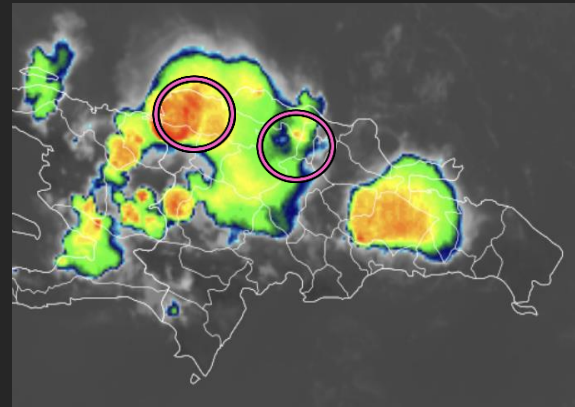


(2) Pronóstico Oficial

- Potencial en República Dominicana
- Pronosticadores saben que la latitud, ancho de la isla y topografía compleja pueden favorecer granizo y vientos fuertes en tormentas cuando aparece esta señal.

(3) Verificación

- Reportes de Granizo y daños por viento en dos localidades

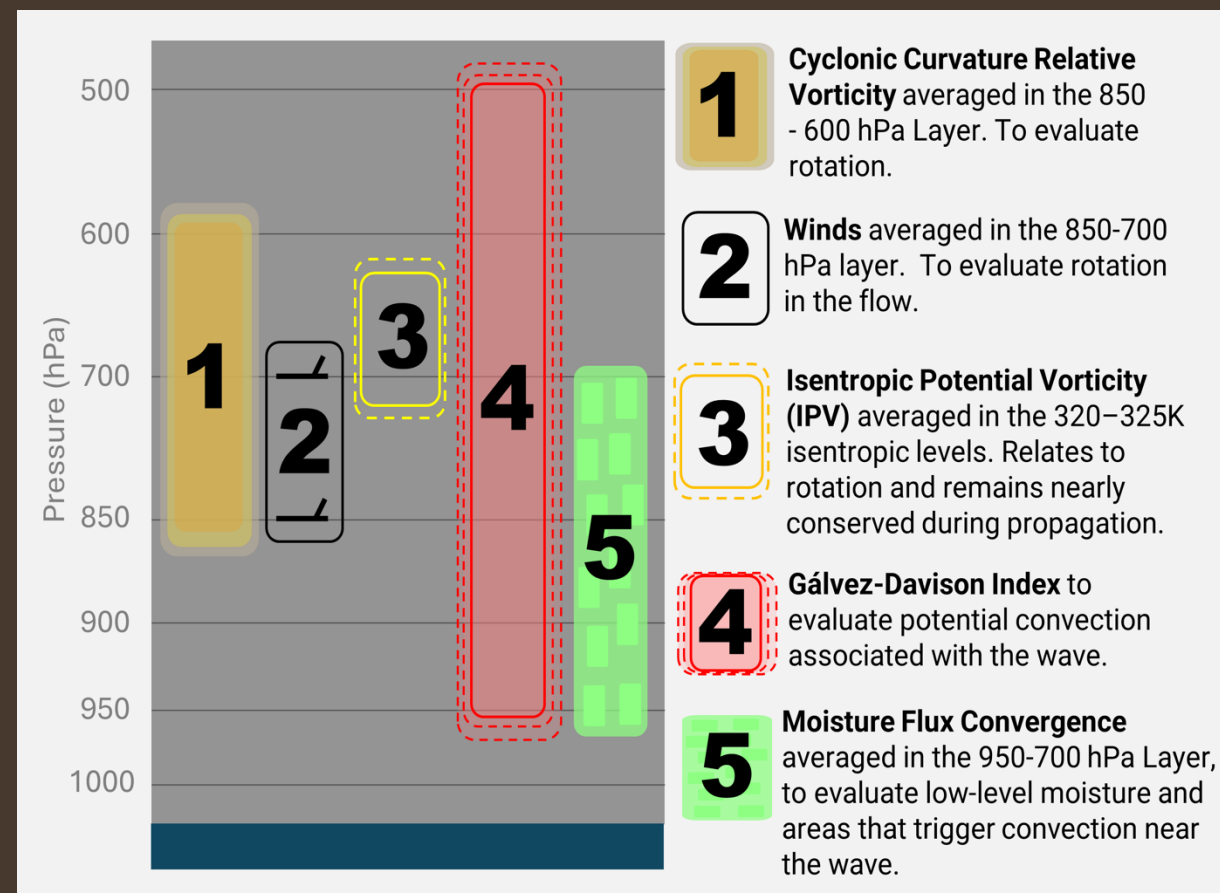
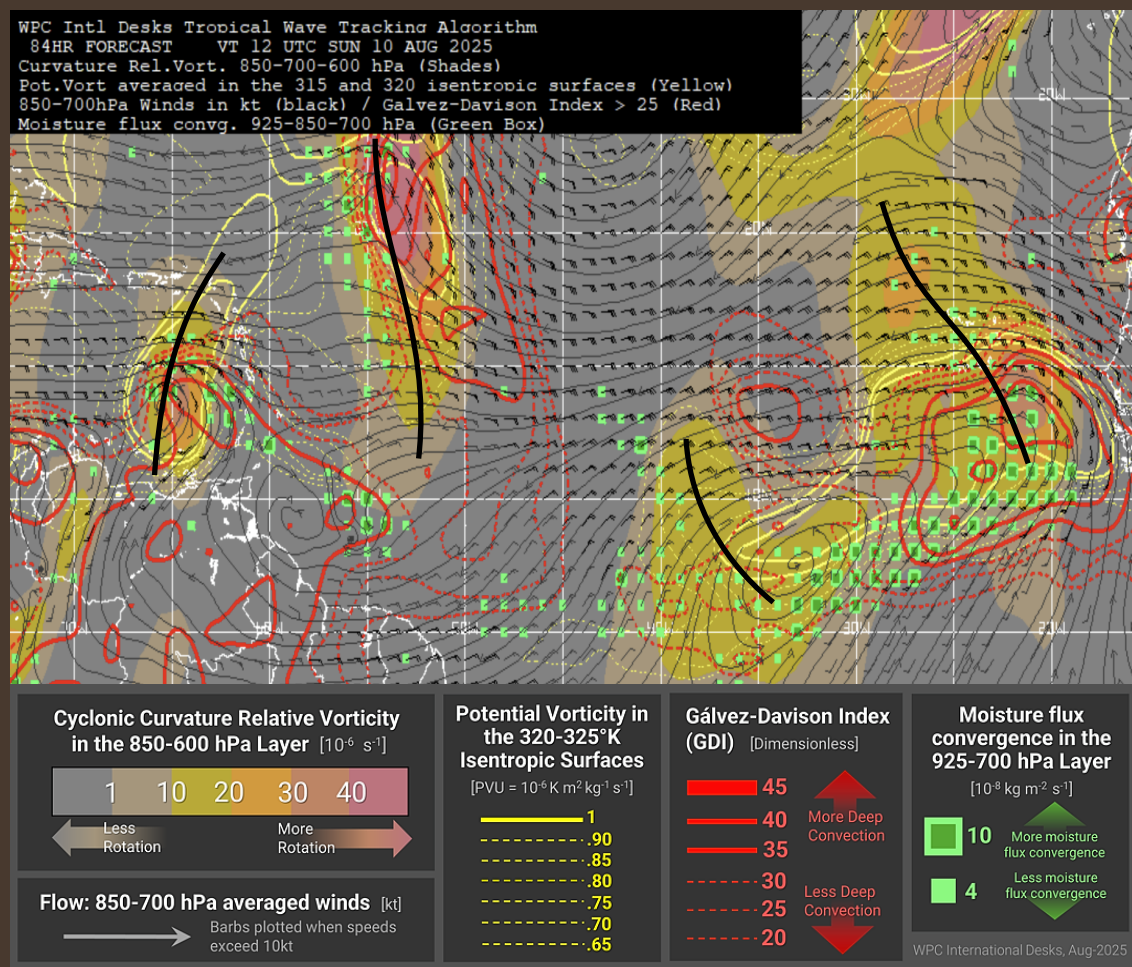


TROPW

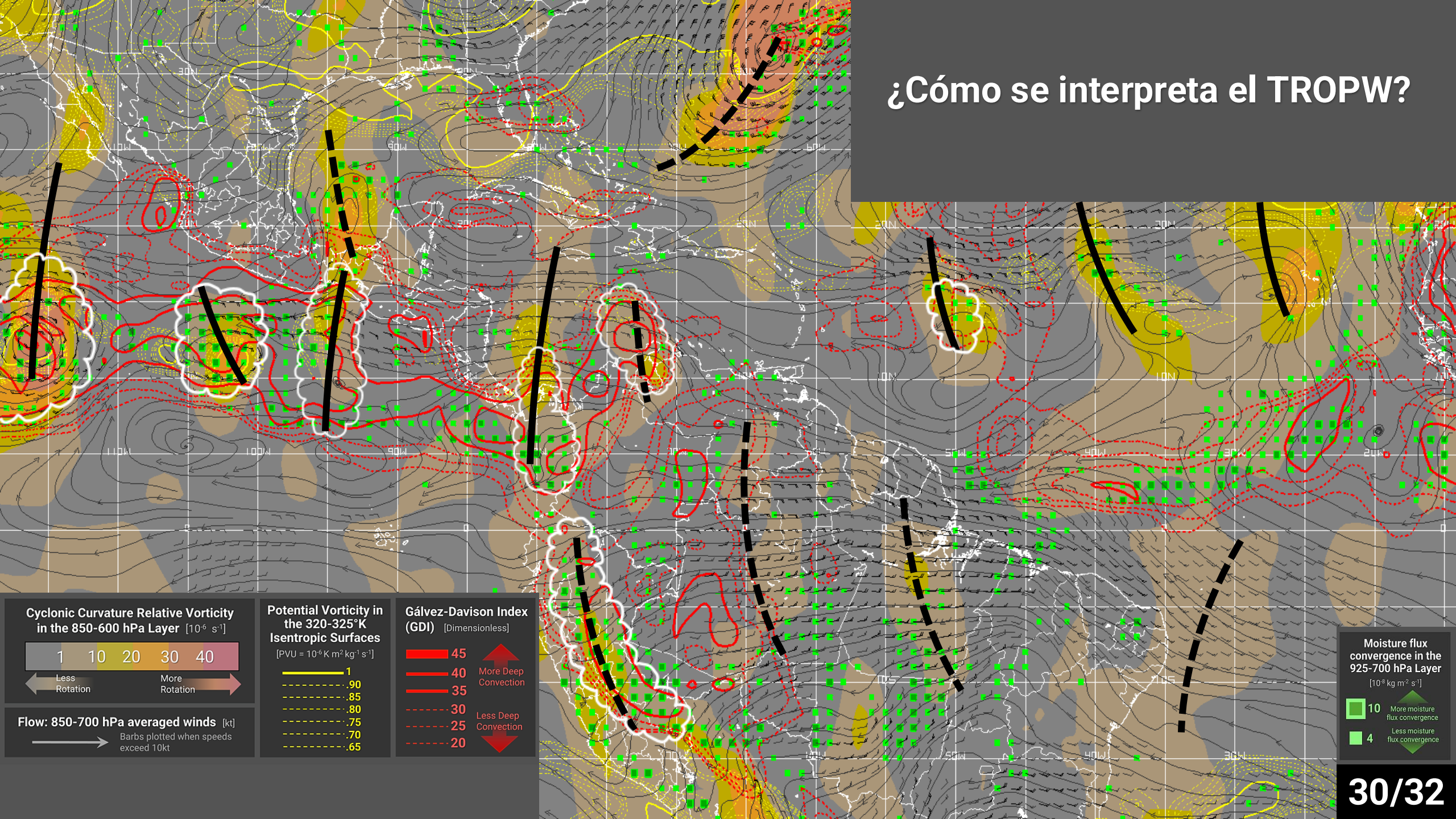
Algoritmo para el Seguimiento de Ondas Tropicales

Seguimiento de ondas tropicales (TROPW)

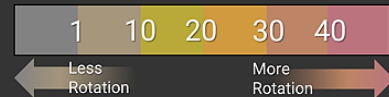
- Sobreposición simple de 5 parámetros asociados a ondas tropicales.
- La distribución de estos permite caracterizar al tipo de onda.



¿Cómo se interpreta el TROPW?

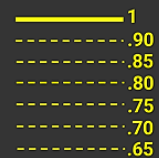


Cyclonic Curvature Relative Vorticity
in the 850-600 hPa Layer [10^{-6} s^{-1}]

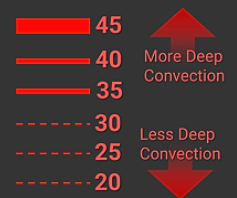


Flow: 850-700 hPa averaged winds [kt]
Barbs plotted when speeds exceed 10kt

Potential Vorticity in
the 320-325°K
Isentropic Surfaces
[PVU = $10^{-6} \text{ K m}^2 \text{ kg}^{-1} \text{ s}^{-1}$]



Gálvez-Davison Index
(GDI) [Dimensionless]



Moisture flux
convergence in the
925-700 hPa Layer
[$10^8 \text{ kg m}^{-2} \text{ s}^{-1}$]



Documentación de las herramientas y el código

La documentación completa está aún en desarrollo.

Qué tenemos en forma final?

- El Código de Wingrids. Disponible en:
https://www.drjosemanuelgalvez.com/tools/index_spanish.html

Gracias!

Si quisieran ser agregados a la lista de distribución de sesiones virtuales de entrenamiento como esta, organizadas por CIRA/Vlab-OMM, pueden escribir a erin.sanders@colostate.edu o a jose.galvez@colostate.edu