

Aplicación de imágenes satelitales para la detección de tormentas severas.

Casos de Estudio

Parte 2

José Manuel Gálvez¹

con la colaboración de Cintia Espinola² y Alejandro Coronel³

1 AXIOM for WPC/NWS/NOAA, College Park, Maryland

2 DMH/DINAC, Asunción Paraguay

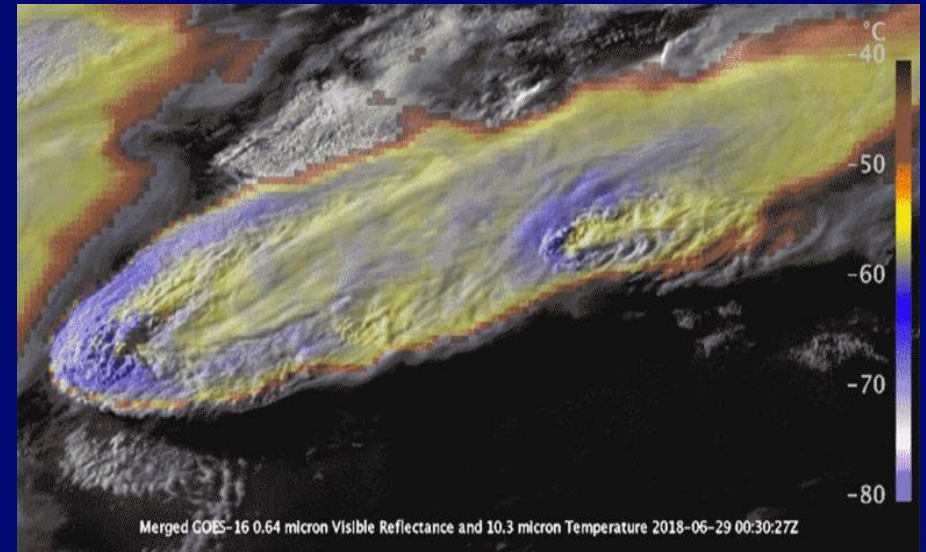
Lima, 22 de noviembre de 2022

Otras señales de severidad en imágenes

Señales de Severidad: Above-Anvil Cirrus Plume (AACP)

Pluma de Cirrus sobre los Yunque

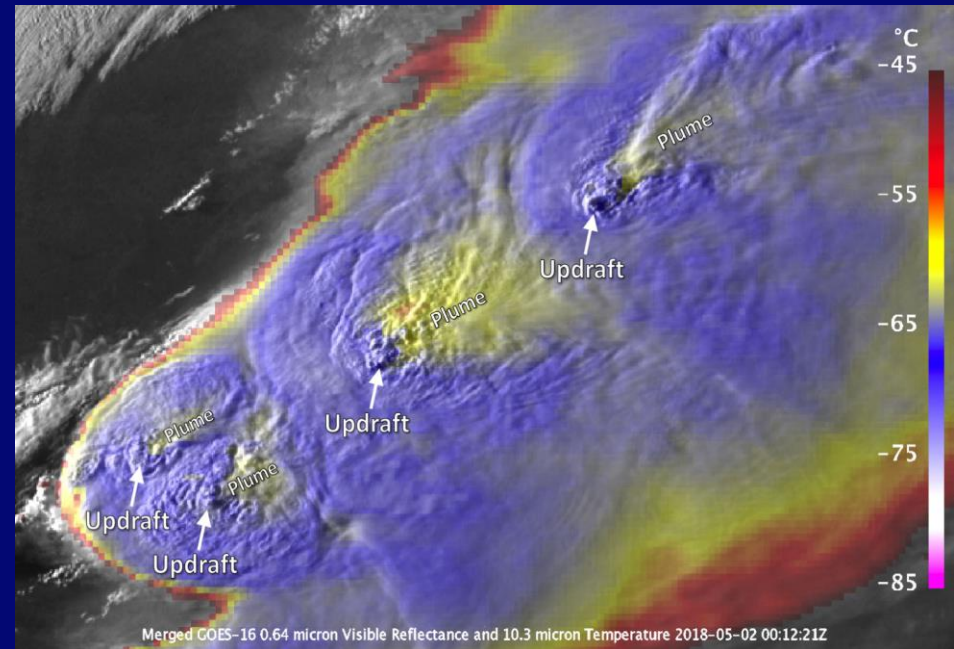
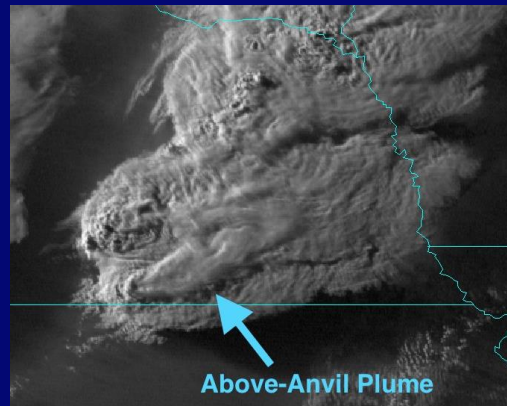
- Pluma que se forma en la estratósfera, cuando las corrientes ascendentes son tan intensas que inyectan nubes/parcelas saturadas a través de la tropopausa.
- Es un indicador claro de tiempo severo y de corrientes ascendentes extremas.
- Señal en temperatura de brillo: más cálida. Esto ocurre por interacción con el aire más cálido de la estratósfera.



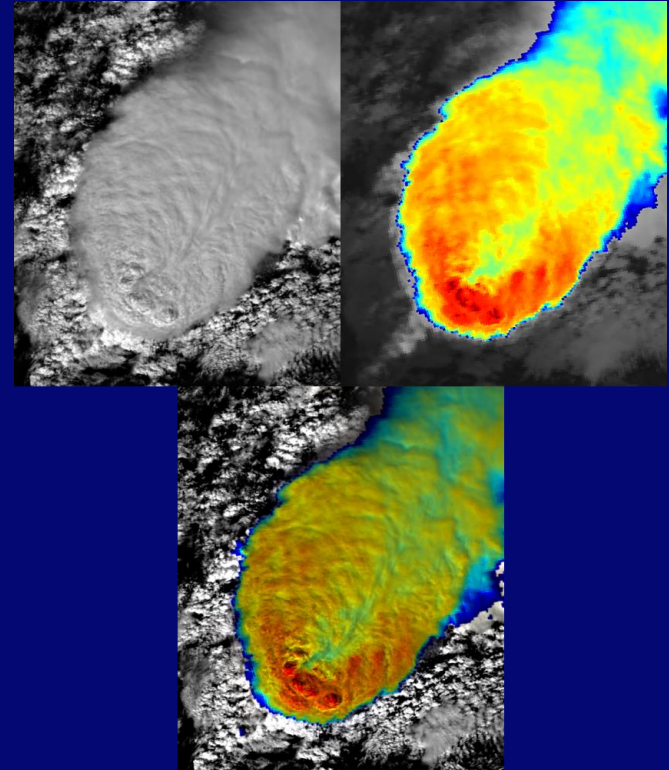
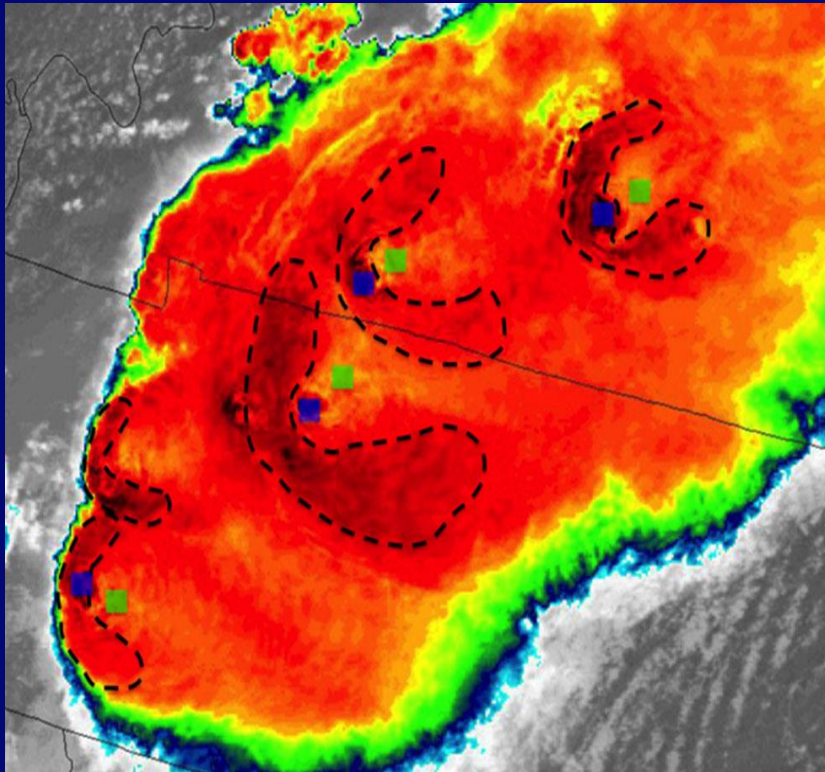
Señales de Severidad: Above-Anvil Cirrus Plume (AACCP)

Pluma de Cirrus sobre los Yunque

- Imagen visible: La textura y sombra ayuda a identificar la pluma de cirrus
- Las corrientes burbujeantes son las regiones ascendentes de las tormentas.



Señales de Severidad: Topes de Cb en forma de V



Otras señales de severidad del caso

Previas al pico del evento

Imágenes de horas previas muestran:

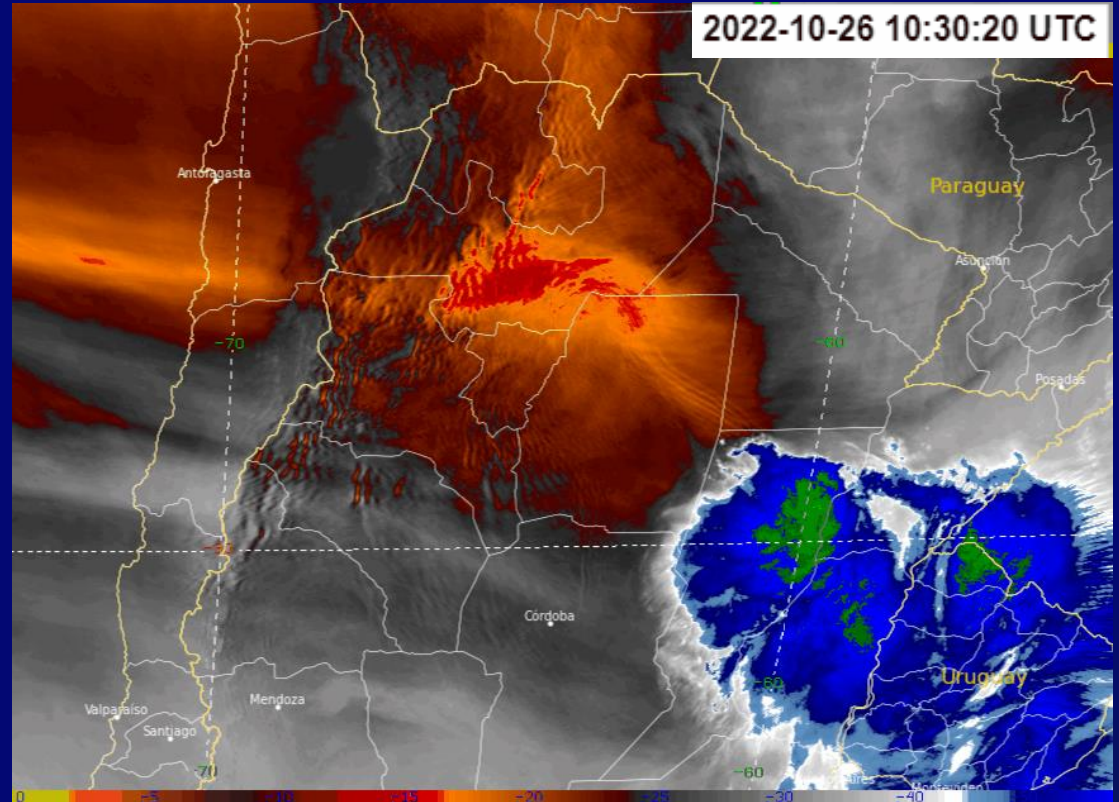
- Turbulencia extrema en niveles bajos
- Vientos fuertes en superficie (levantamiento de polvo y ondas de gravedad en nivel bajo)
- Chorros en altura interaccionando con vaguada de altura, que genera ondas de gravedad/turbulencia importante al cruzar la cordillera

Vapor de Agua de Nivel Alto

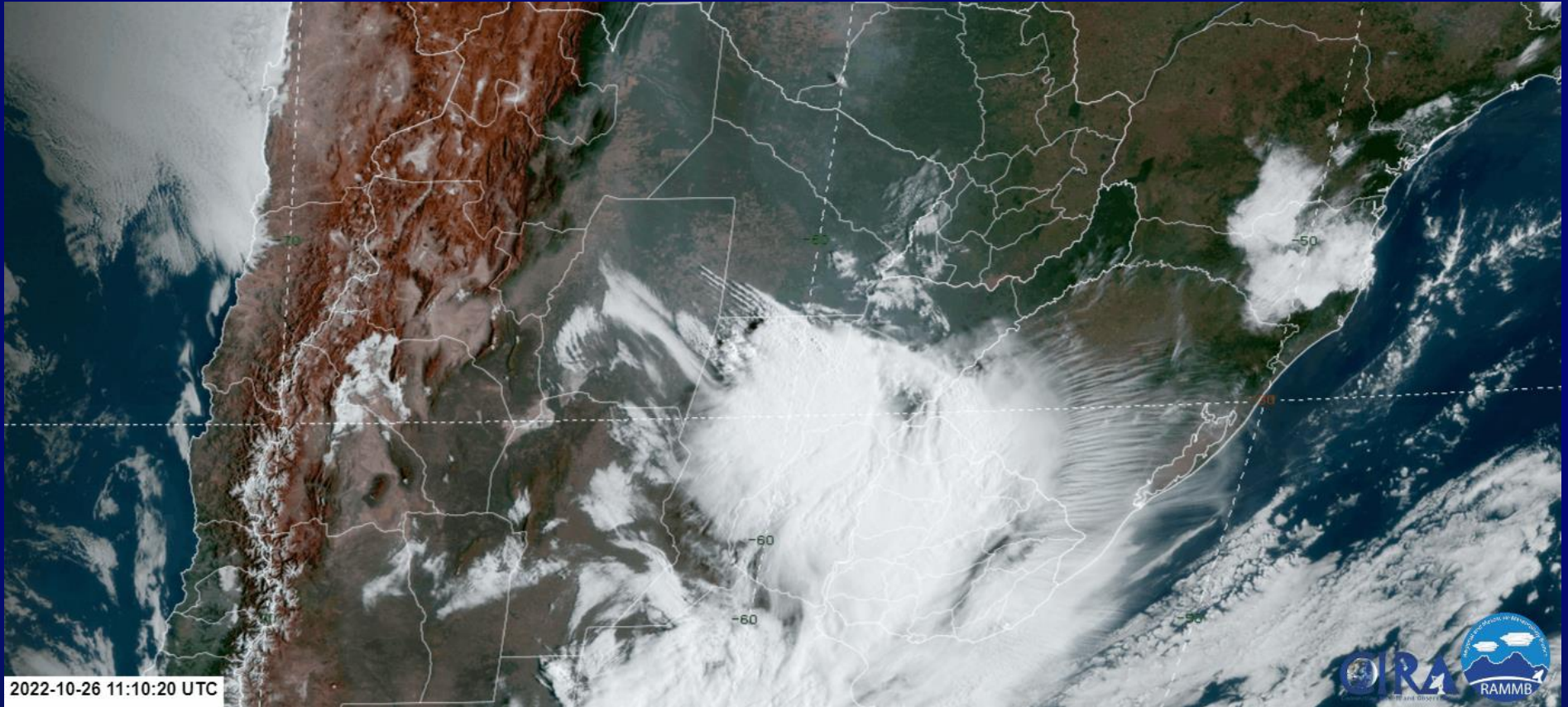
10:30 – 13:30 UTC

Flujo muy perturbado

- Ondas de gravedad generalizadas sobre y flujo abajo de la cordillera muestran vientos fuertes (cizalla) y turbulencia.
- Ondas de gravedad con el frente (norte de Argentina) muestran el reflejo de turbulencia en niveles bajos.



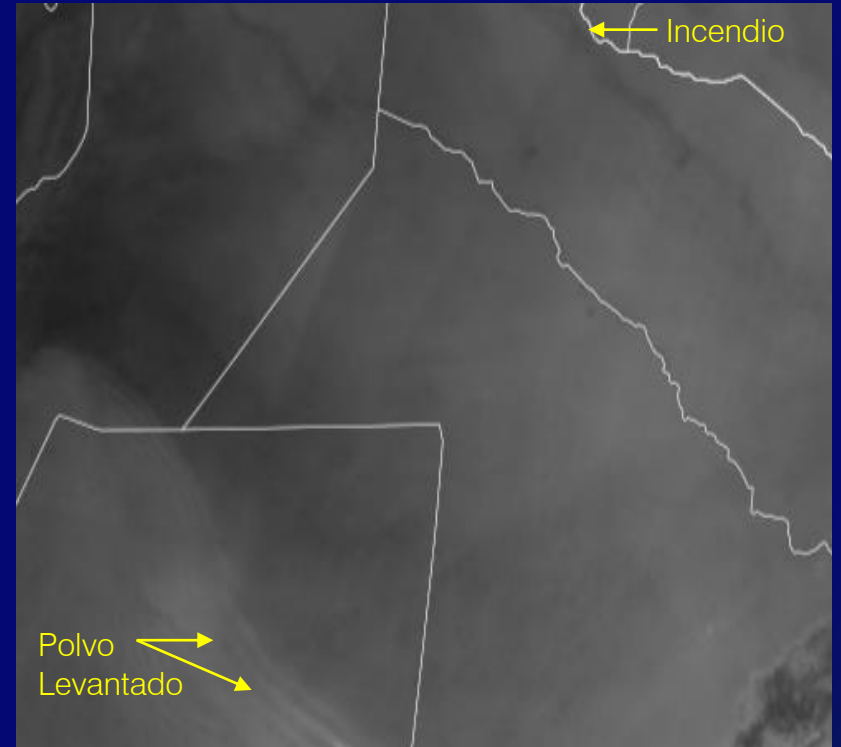
Geocolor



“Split Window” (Diferencia 10.3 – 12.3 μm)

Detección de polvo y ondas en nivel bajo

- Este producto es la diferencia entre dos canales infrarrojos 10.3 y 12.3 μm .
- Esto pues en el canal 12.3 la mayor absorción ocurre por el vapor de agua, mientras en el 10.3 ocurre por aerosoles que contienen silicio.
- La diferencia resalta el polvo (que suele contener silicio) y la ceniza. No resalta el humo.
- Esta diferencia también resalta gradientes de humedad en niveles bajos. Esto permite resaltar estructuras como ondas de gravedad asociada a turbulencia en los niveles bajos.



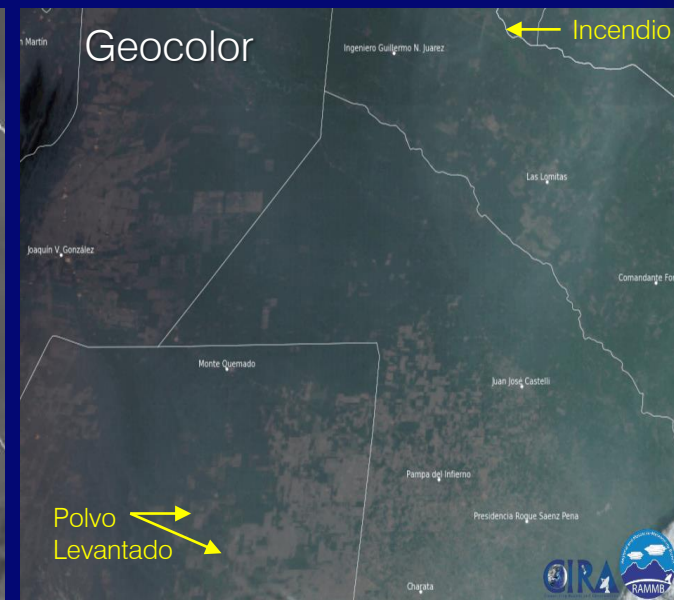
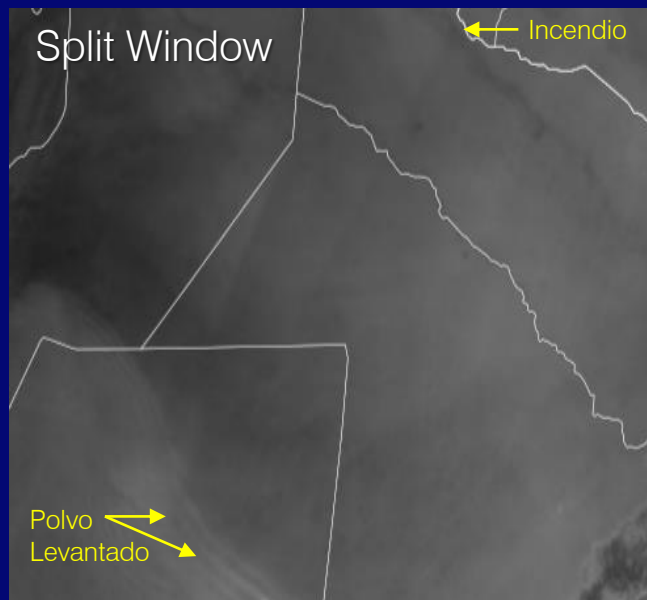
“Split Window” (Diferencia 10.3 – 12.3 μm) vs Geocolor

10:30 – 13:30 UTC

Comparación con Geocolor

- Confirma que las plumas oscuras son polvo levantado de campos de cultivo secos.
- El geocolor muestra ondas de gravedad en nubes, pero no las de aire claro del Split Window.
- El Geocolor confirma que la pluma de incendios, claramente visible, no es capturada bien por el Split Window.

- El RGB de SO₂ también es bueno para mostrar las plumas de polvo levantado.

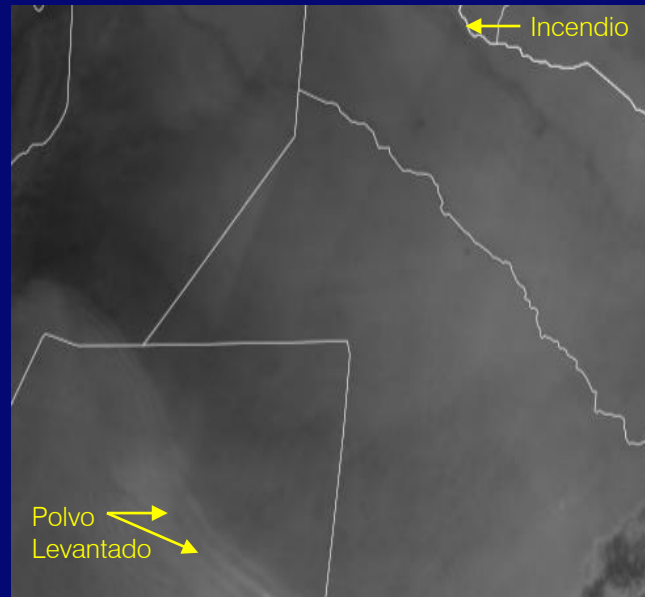


“Split Window” (Diferencia 10.3 – 12.3 μm) vs Geocolor

10:30 – 13:30 UTC

Cómo podemos relacionar esto con severidad?

- La cantidad de polvo levantado indica que el sistema viene con vientos fuertes que llegan hasta la superficie.
- Esto se asocia con el gradiente de humedad marcado en la parte trasera de la región de ondas de gravedad en aire claro.

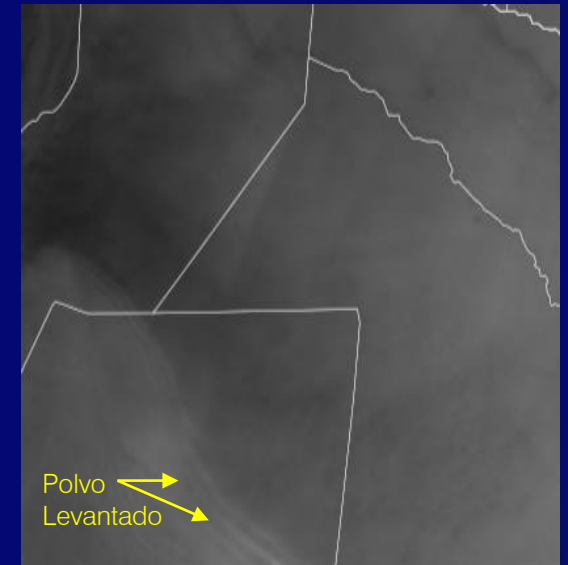
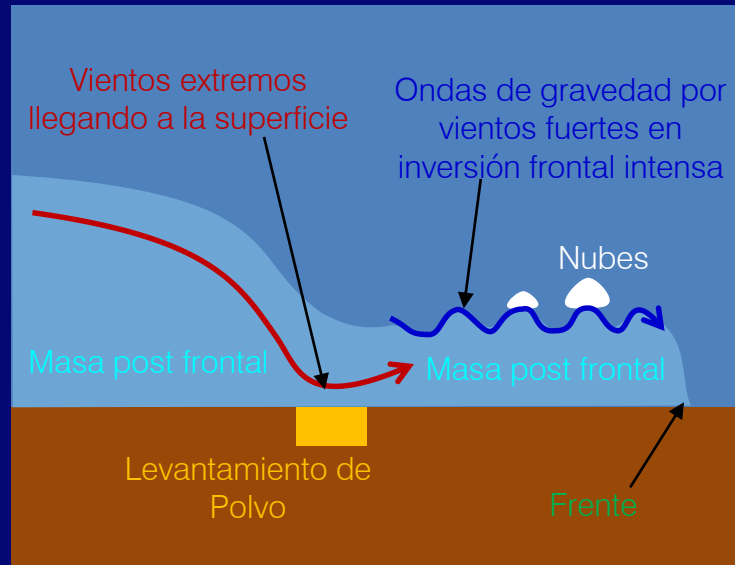


“Split Window” (Diferencia 10.3 – 12.3 μm) vs Geocolor

10:30 – 13:30 UTC

Modelo Conceptual de lo que muestra el Split Window

- Frente con vientos muy fuertes y turbulencia en capa límite post frontal (ondas de gravedad y nubes rollo)
- Descenso de vientos extremos a la superficie detrás de la estructura de ondas de gravedad. Descensos isentrópicos?

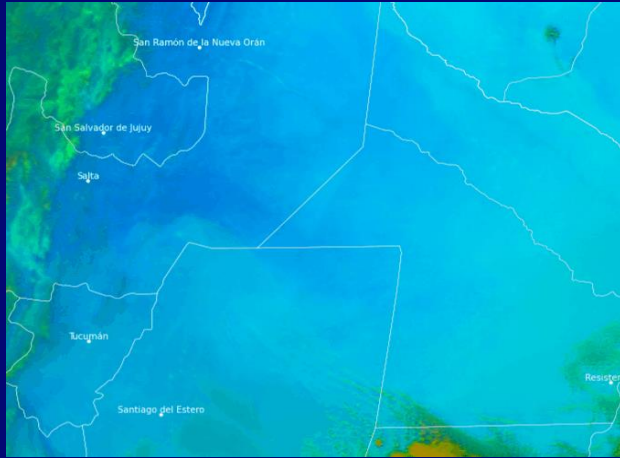


Otras imágenes que sugieren un sistema severo en niveles bajos

Señales de la Turbulencia y fronteras en nivel bajo y del levantamiento de polvo en otros RGBs

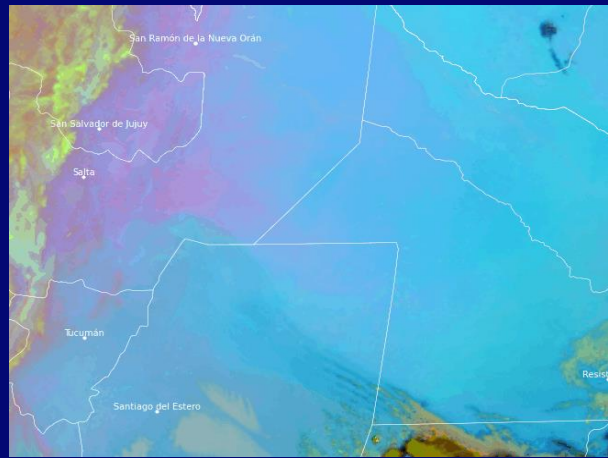
10:30 – 13:30 UTC

SO2 RGB



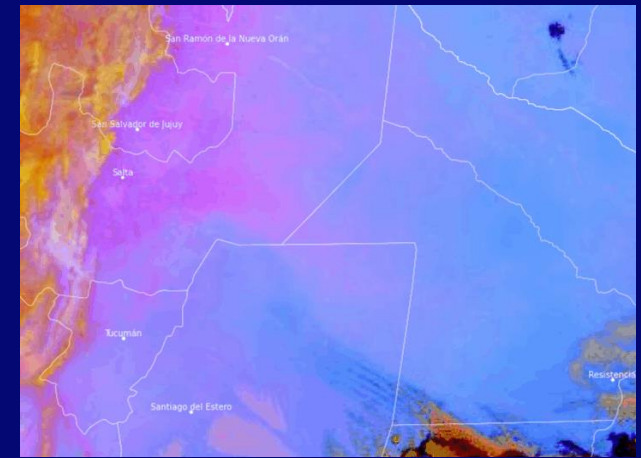
Color	Band / Band Diff. (μm)	Min to Max Gamma
Red	6.95 – 7.34 Ch 9 – Ch 10	-4.0 to 2.0 °C 1
Green	10.35 – 8.50 Ch 13 – Ch 11	-4.0 to 5.0 °C 1
Blue	10.35 Ch 13	-30.1 to 29.8 °C 1

Ash RGB



Color	Band / Band Diff. (μm)	Min – Max, Gamma
Red	12.3 – 10.3	-6.7 to 2.6 K 1
Green	11.2 – 8.4	-6.0 to 6.3 K 1
Blue	10.3	243.6 - 302.4 K 1

Dust RGB



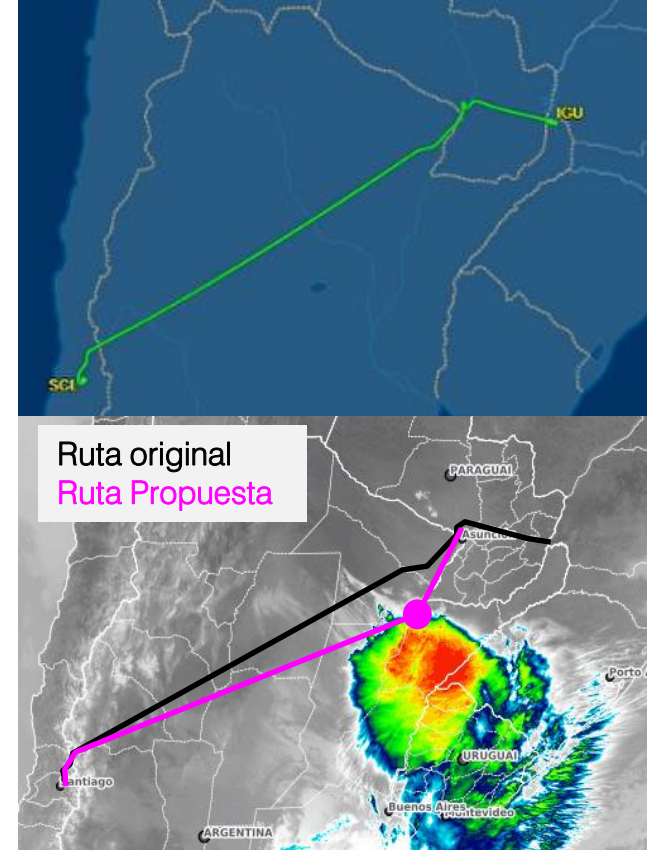
Color	Band / Band Diff. (μm)	Min – Max Gamma
Red	12.3-10.3	-6.7 to 2.6 C 1
Green	11.2-8.4	-0.5 to 20.0 C 2.5
Blue	10.3	-11.95 to 15.55 C 1

Conclusiones

Conclusiones: Primera Aproximación a Asunción

Caso de Tormenta Severa, 26 de octubre de 2022

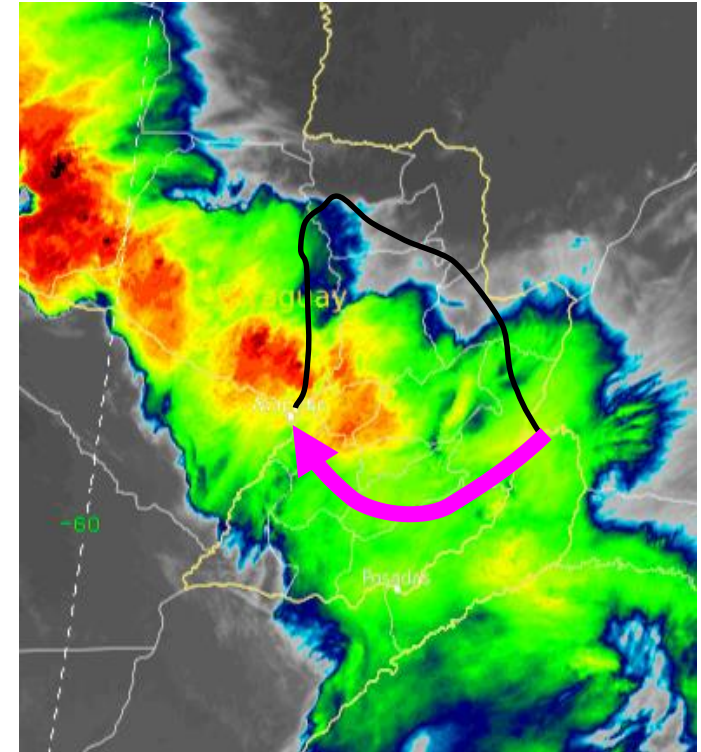
- Dadas las señales de severidad asociadas a la línea y el patrón de flujo de altura, hubiera sido adecuado considerar aterrizar en algún aeropuerto del norte de Argentina como Resistencia/Corrientes y esperar que la línea pase para hacer un segundo tramo hacia Asunción.
- Que mostraban las imágenes:
 - Turbulencia en altura (vapor de agua) y en niveles bajos (Split window, geocolor). Chorro y vaguada negativa.
 - Gradientes de humedad intensos en altura a través de la línea de tormenta y flujo debajo de la cordillera sugieren potencial de un sistema intenso con regiones de turbulencia.
 - Vientos intensos llegando a la superficie por levantamiento de polvo masivo al pasar las ondas de gravedad post frontales indican un sistema intenso.



Conclusiones: Ruta de Vuelo de retorno a Asunción

Caso de Tormenta Severa, 26 de octubre de 2022

- No queda claro por qué el retorno a Asunción no se hizo por el flanco sur de la línea de tormenta. Es muy probable que esto hubiera minimizado la turbulencia.
- Que mostraban las imágenes:
 - Canales infrarrojos (10.3, 11.2, 12.3) muestran una línea de tormentas muy intensa en el centro de Paraguay, pero no en el sureste/Misiones (Argentina).
 - Es posible que existan regiones de turbulencia en altura en el sureste de Paraguay/Misiones por las ondas de gravedad en los cirrus, pero no se ven núcleos de tormenta severa asociados. Esta ruta es más segura.
 - GLM fue quizá la mejor herramienta para mostrar la intensificación de la línea durante horas de la noche.



Ruta original
Ruta Propuesta

Otras señales de tormentas intensas y turbulencia en imágenes

- Colores amarillos en RGB Convective Storm (DSAT) propagándose hacia la ruta.
- Topes muy fríos, enfriándose rápidamente y acercándose a la ruta en canales infrarrojos (10.3, 11.2, 12.3).
- Penetración de la tropopausa, temperatura en canales infrarrojos comparada con análisis/pronósticos de modelo.
- Ondas de gravedad generadas en los topes de Cb en canales infrarrojos.
- Topes en forma de V en canales infrarrojos y visible.
- ACP (Pluma de cirrus sobre los yunques) en canales infrarrojos y visible.
- “Lightning Jump” o incremento súbito de la electrificación en el GLM.

Gracias!