

**Estudio del tornado en la localidad de Dolores, departamento de Soriano, Uruguay.
15 de abril de 2016.**

Técnico Meteorólogo Fernando Torena- Técnico Meteorólogo Cesar Vecino

**Servicio Meteorológico de la Fuerza Aérea Uruguaya, Montevideo, Uruguay.
Cel: 598092046511 fernandotorena2005@yahoo.com- meteoclima@hotmail.com**

RESUMEN

Entre las 1610 y 1617 hs del día 15 de abril un tornado bajo la categoría EF3 con algunos rastros de EF 4 ingresa a la ciudad de Dolores. El primer contacto registrado fue a los fondos de la Cooperativa Agraria Dolores (C.A.DOL), su primer contacto con las estructuras de la cooperativa lo hizo con intensidades del viento superiores a los 265 km/h (EF 4), calculándose por el desplome total de sus galpones, una velocidad mínima de 265 y máxima de 290 km/h aproximadamente. El sentido de la rotación de los vientos fue horario.

Al ingresar por la Av. Gral. Fructuoso Rivera, demolió viviendas construidas de material con desplazamiento de planchadas, continuando su trayectoria destructiva hacia el centro de la ciudad.

A escasos minutos y con una velocidad de desplazamiento de 36 km/h, llega a la plaza Constitución (zona céntrica). En este lugar, también son evidentes daños con categoría EF4, con un área de 160 kms cuadrados. Es de destacar que el área afectada no es homogénea, categorizándolos en un mínimo de la escala, EF0, hasta el máximo relevado de EF4.

En su trayectoria se estimó una duración del evento meteorológico severo en 4 minutos y 33 segundos, afectando en su salida de la Ciudad de Dolores al barrio Altos de Dolores.

El cono del tornado o área de rotación, comenzó con un diámetro de 194 mts y al llegar al centro, se estima que superó los 500 mts.

El saldo de destrucción en infraestructuras habitacionales fue de unas 1800 según datos del SINAE (Sistema Nacional de Emergencias) y cerca del 10% de ellas totalmente destruidas; además de vehículos, alrededor de 150 comercios, edificios públicos, distribución de energía y medios de comunicación, etc.

En nuestro país no existe una climatología de eventos meteorológicos extremos o severos, relacionados a tornados o descendentes específicamente.

ABSTRACT

Between 1610 and 1617 hours on 15 April a tornado under the category EF3 with some traces of EF 4 enters the city of Dolores. The first contact registered was to the Cooperativa Agraria Dolores (CADOL) funds, his first contact with the cooperative structures was with wind intensities exceeding 265 km / h (EF 4), calculated by the Total collapse of their sheds, a minimum speed of 265 and maximum of 290 km / h approximately. The direction of the rotation of the winds was schedule.

Upon entering by the Av. Gral. Fructuoso Rivera, demolished houses built of material with displacement of iron, continuing its destructive trajectory toward the center of the city.

A few minutes and with a speed of 36 km / h, it reaches the Plaza Consituacion (central area). In this place, damages are also evident with category EF4, with an area of 160 square kilometers. It is noteworthy that the affected area is not homogeneous, categorizing them in a minimum of the scale, EF0, up to the maximum relieved of EF4.

In its trajectory a duration of the severe meteorological event in 4 minutes and 33 seconds was estimated, affecting in its exit of the City of Dolores to the neighborhood Altos de Dolores.

The cone of the tornado or area of rotation, began with a diameter of 194 meters and when arriving at the center, is estimated that exceeded 500 meters.

The destruction of housing infrastructures was around 1800 according to data from SINAE (National Emergency System) and about 10% of them were totally destroyed; In addition to vehicles, about 150 shops, public buildings, energy distribution and media, etc.

In our country there is no climatology of extreme or severe weather events, tornado or downburst related specifically.

1. Introducción.

Uruguay es el único país sudamericano situado íntegramente en la zona templada. La ausencia de sistemas orográficos importantes contribuye a que las variaciones horizontales de temperatura, precipitación y otras variables climáticas sean pequeñas. Dentro de los factores oceanográficos, la presencia de la corriente cálida del Brasil produce una inestabilidad de las capas bajas de la atmósfera con un aporte importante de temperatura y humedad en las zonas costeras. La corriente fría de las Malvinas genera una estabilización y un enfriamiento de las masas de aire que circulan sobre ella.

“El sudeste de Sudamérica es una región crecientemente vulnerable a eventos climáticos e hidrológicos extremos como consecuencia de los cambios que han tenido lugar a partir de la década del 70”, éstas son textuales palabras de la Sra. Inés Camilloni de la UBA-CIMA, CONICET

Aunque éstas características climáticas han comenzado a tener algunas pequeñas variaciones, más allá de la variabilidad climática de la región, como ser en el aumento de las precipitaciones en un 23% anual durante el siglo XX (Giorgi 2003) y también un aumento sustancial en la temperatura.

Además, la falta de equipos de teledetección a distancia como son (radares meteorológicos, sistemas de teledetección de rayos), como también la ausencia de información termodinámica y cinemática de la estructura vertical de la atmósfera (detallada en los radio-sondeos).

Por lo tanto, para este trabajo se utilizaron estimaciones de la intensidad del viento, determinada por los daños constatados, mediante la utilización de la escala modificada de Fujita (WIND SCIENCE AND ENGINEERING CENTER, 2006), utilizando la abreviatura EF.

2. Materiales y métodos utilizados.

2.1 Se puede determinar la ocurrencia de un tornado analizando los daños provocados por el fenómeno, como también su intensidad y desplazamiento (Fujita 1981- fig.2, NWS 2003).

2.2 La información de primera mano de testigos oculares o la referida en documentos periodísticos.

2.3 Análisis de las cartas del tiempo a escala sinóptica. A pesar de que la escala del tornado se encuentre en la microescala (Orlanski, 1975), es de fundamental importancia analizar y comprender las condiciones sinópticas que desencadenan este tipo de fenómeno (Newton, 1963; Johns y Doswell 1992). En este sentido, se analizará sinópticamente las cartas de superficie, 850 hPa, 500 hPa, 300 hPa y emagrama.

2.4 Análisis de radiosondeos de Ezeiza, obteniéndose de ellos los parámetros representativos de la masa de aire que generó la supercelula (en la cual se generó el tornado), índices de inestabilidad y hodógrafa.

2.5 Imágenes satelitales del Goes 13 e imágenes del radar de Ezeiza, del Servicio Meteorológico Nacional (SMN) de Argentina.

2.1 y 2. Análisis de los daños, trayectoria e información de testigos y prensa.

Para analizar los daños y potencialmente calcular la velocidad del viento, se utilizaron dos fuentes de información:

- Testigos del fenómeno meteorológico a través de videos y fotos.
- Trabajo de campo elaborado por el grupo de trabajo el día 18 de abril.

El fenómeno meteorológico fue capturado en diversos formatos de comunicación, desde videos hasta fotografías en el momento en que se desarrollaba el evento en la ciudad de Dolores. Esta nueva forma de comunicación a tiempo real, permitió masificar la información, donde se colgaban videos en la plataforma de Youtube, o aparecían compartidas en cuentas de Facebook.

Capturas inéditas de personas que arriesgaron sus vidas por compartir ese momento, impotencia, angustia y sorpresa, eran sentimientos repetidos en sus expresiones o comentarios, estando ante un fenómeno con características de destrucción en escasos minutos.

La vida o la muerte dependen en estos casos, de unos segundos.



- I- Captura del instante en que aparece el tornado a los fondos de la Cooperativa Agraria Dolores (C.A.DOL)- instantánea extraída de un video proporcionado por el Sr. Juan Francisco Rodríguez.

El relevamiento de los daños fue realizado el día 18 de abril pasado, con el objetivo principal de analizar los daños de diferentes materiales, infraestructura, vegetación, disposición y desplazamiento de objetos, etc.

A través de este relevamiento (que duró alrededor de unas 4 hs), fue posible analizar el desplazamiento sobre la ciudad y discriminar las zonas con diferencias en los daños. Como resultado de este trabajo, se elaboró un plano de los daños, categorizado bajo la escala modificada de Fujita (EF).



- II- Plano de los daños recabados mediante el trabajo de campo. Las iniciales EF representan la escala modificada de Fujita y el número que la acompaña, la intensidad del viento, en la escala de 0 a 5.



- III- Iglesia Evangelista Valdense de San Salvador- en las calles José Varela y Juan Vazquez. Desprendimiento de todos los techos, y el desplome de unos de sus edificios. Para poder destruir este tipo de estructura a este nivel, es necesario intensidades del viento superiores a los 265 km/h. Categorizándose como EF 4.



- IV- Casa de mediados del siglo XIX o principios del s. XX. Entre las calles Agraciada y Carlos Puig. Colapso total de las paredes exteriores y el muro perimetral. Vientos superiores a los 265 km/h. Categorizándose como EF 4.



- V- Instalaciones de la C.A.DOL (Cooperativa Agraria Dolores). Ubicada en la Avenida Gral Fructuoso Rivera. Desplome total de todos tus galpones, así como también daños en el estacionamiento. Vientos superiores a los 265 km/h. Categorizándose como EF 4.



- VI- Taller mecánico en la calle Dr. A. Schuster.
Colapso del techo y desplome de las paredes exteriores.
Vientos superiores a 265 km/h. Categorizándose como EF 4.

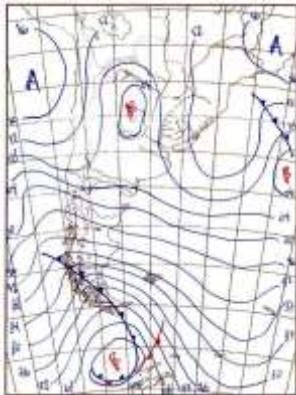
2.3 Análisis sinóptico

A continuación se analizarán días anteriores al suceso, para determinar la existencia de condiciones meteorológicas favorables para fenómenos de tormentas severas.

2.3.4 Síntesis de los tres días previos al evento extremo.

Se evidencia un bloqueo importante en niveles bajos de la atmosfera (850 hPa), con un núcleo húmedo sobre el territorio y vientos prevaletentes del sector norte-noroeste. Aunque tanto en niveles medios (500 hPa) como en niveles altos (300 hPa), las situaciones atmosféricas fueron cambiantes, con pasaje de vaguada y corriente en chorro, el nivel bajo continuó con un alto contenido de humedad que fue acumulándose.

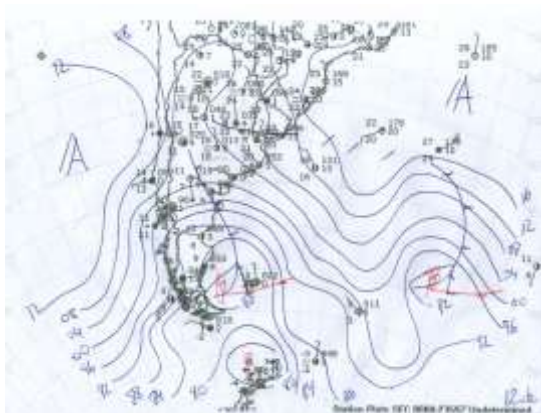
2.3.5 Análisis del día 15 de Abril.



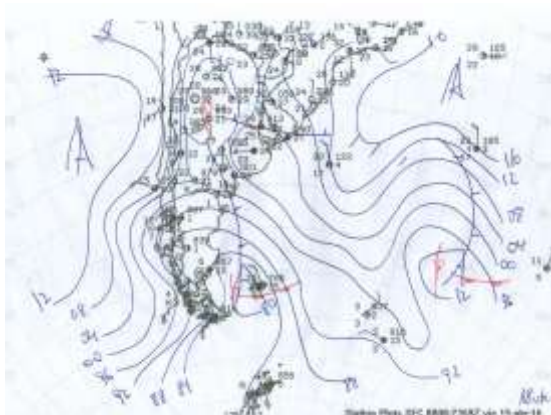
VII- Carta de las 06:00Z.

Borde occidental de sistema de alta presión cubre al país, mientras depresión atmosférica se sitúa en el centro Argentino. Se evidencia en Aeroparque como en ezeiza la presencia de actividad convectiva acompañada de precipitaciones leves a moderadas. Vientos prevalecientes del sector noreste y este entre 05 y 10 Kt. Temperatura promedio en la madrugada de 23 y 21° C con un alto punto de rocío, entre 19 y 21°C. Este último valor acompaña lo descrito en la síntesis del análisis de los tres días previos, donde existe una continua advección de aire húmedo en niveles bajos de la atmósfera.

VIII- Carta de las 12:00Z

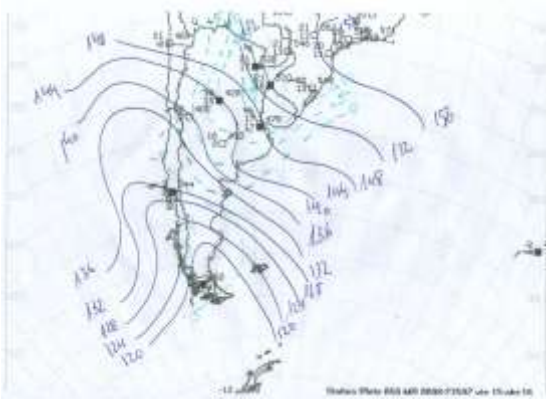


Se comienza a evidenciar en los datos de las estaciones meteorológicas ubicadas sobre el litoral suroeste del país, una frontera térmica/ hídrica entre los departamentos de Rio Negro y Colonia. Este tipo de situaciones se da ante la presencia de frentes estacionarios. La formación de tormentas se sitúa en este mismo lugar, sobre el frente, actuando como el mecanismo disparador de la convección localizada. Como se ha destacado anteriormente, la termodinámica también está presente con la advección de aire cálido y húmedo desde el Amazonas.

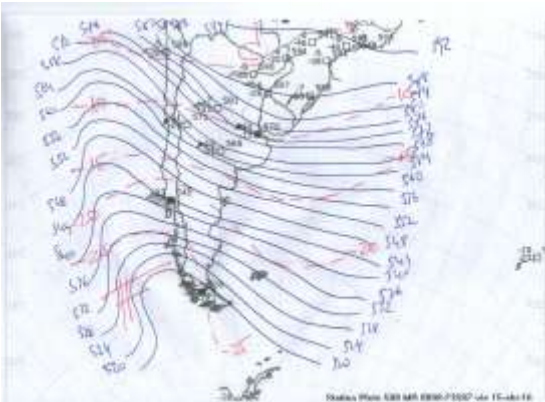


XIX- Carta de las 18:00Z

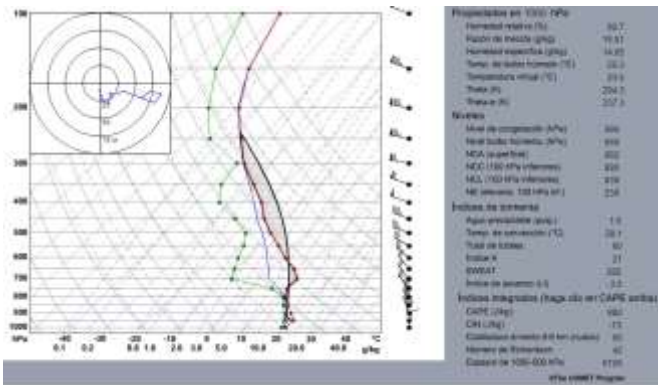
La situación se mantiene, incrementándose la diferencia de temperatura entre las estaciones meteorológicas de Mercedes (departamento de Soriano) con 29.4 °C a la hora 1800Z y de Colonia (departamento de Colonia) con 20°C. La temperatura del punto de rocío oscila entre 19°C sobre Colonia y casi 25 °C sobre Mercedes.



X - Carta 850 hPa: se evidencia la presencia de un núcleo húmedo y cálido sobre el litoral oeste del país, con valores de la temperatura del punto de rocío entre 16°C y 17°C a través de una confluencia con componente Norte del viento (30 y 35 kts).

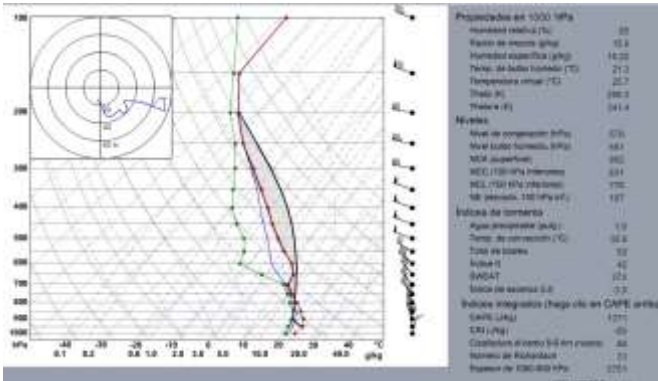


Además el CAPE (energía potencial convectiva disponible) aumentó a 882 j/kg, llegando al umbral mínimo de 700 para la generación de supercelulas.



XIV- Condiciones simuladas a través de la página COMET de la hora 06:00UTC del día 16.

Condiciones simuladas a las 1200UTC.



XV- Condiciones simuladas a través de la página COMET de la hora 12:00UTC del día 16.

Aumenta el contenido calórico en capas bajas, evidenciado por un aumento en la theta- e, complementariamente sigue húmeda, manteniéndose valores constantes de humedad específica y razón de mezcla.

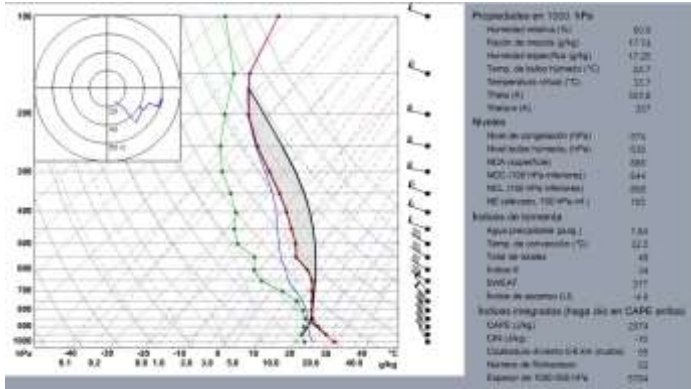
El nivel de equilibrio se encuentra a 197 hPa, permitiendo un fuerte ascenso en todas las capas de la atmósfera desde el nivel de libre convección, encontrado en 778 hPa.

Todos los índices de inestabilidad (ITT, K, SWEAT y el LI), pronostican la formación de tormentas, y algunas de ellas con características de severas.

La dinámica atmosférica es promovida por un aumento en el CAPE, pasando en 6 hs de 882 a 1371 j/kg.

También aumenta significativamente la cizalladura entre superficie y 6 km, llegando a los 88 kts, caracterizando una rápida organización en las futuras convecciones.

Condiciones simuladas a las 1800UTC (1 hora y 16 antes del evento):



XVI- Condiciones simuladas a través de la página COMET de la hora 18:00UTC del día 16.

Esta simulación a tan solo una hora y dieciséis minutos antes de que el fenómeno meteorológico afectara a Dolores, suaviza los valores mencionados anteriormente, pero de todos modos, quedan fuertemente marcados, que condicionan la formación de tormentas

severas (supercelulas), la cizalladura entre superficie y los 6 km y el CAPE con valores significativos superiores a los 2000 j/kg.

Simulación de las condiciones atmosféricas reales del sondeo meteorológico del Aeropuerto Internacional del Ezeiza de la hora 1200utc y del día 15 de abril de 2016.

El sondeo atmosférico de Ezeiza se encuentra a unos 120 km de Dolores, por lo tanto, contempla las características representativas del lugar, con valores similares a los sondeos simulados anteriormente.

Sin embargo, debería destacarse el aumento más que significativo en el CAPE, alcanzando los 3418 j/kg (extremadamente inestable) y de la cizalladura entre superficie y los 6 km de 97 kts.

La inestabilidad extrema esta representada en los altos valores en todos los índices;

Índice total totales: 54, representando tormentas muy fuertes y tornados.

Índice K: 40 no hay duda en la formación de tormentas.

Índice SWEAT (específico para situaciones severas): 428, con más de 400 posibilidad de tornados.

Índice por ascenso: -6, fuerte potencial de tiempo severo.

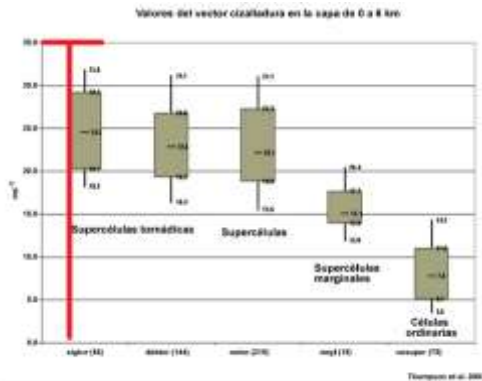
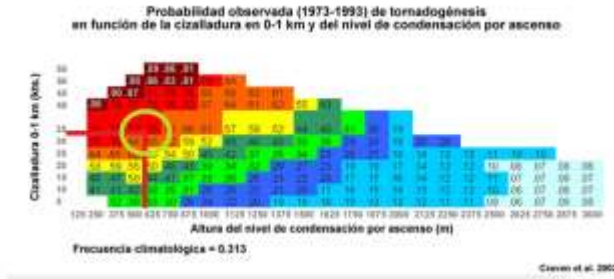


Fig. 11. Discriminación entre varios tipos de tormentas usando el valor de la cizalladura entre 0 y 6 km.

XVII- Discriminación entre varios tipos de tormentas usando el valor de la cizalladura en la capa de 0 a 6km. La unidad de velocidad de la cizalladura esta en m/s (el máximo valor para el desarrollo de supercelulas tornadicas con tornados significativos es de 35 m/s= 68 kts).



XVIII- Probabilidad observada (1973-1993) de tornadogénesis en función de la cizalladura en 0-1 km y del nivel de condensación por ascenso.

El nivel de condensación por ascenso fue de 996 hPa (aprox. 560 m) en el sondeo real de Ezeiza y la cizalladura

entre superficie y el primer kilómetro en la atmósfera sobre Dolores, fue de 35 kts.

Por lo tanto, según la estadística en base a probabilidad observada entre el período 1973-1993 de tornadogénesis estudiada por Craven y otros en el año 2002, sería entre 70 y 77 %.

Concluimos entonces de este entorno lo siguiente:

Curva de 90 grados hasta 2,5 km, lineal hasta 7,5 km,

$U_s = 87$ kts, CAPE alta, húmedo

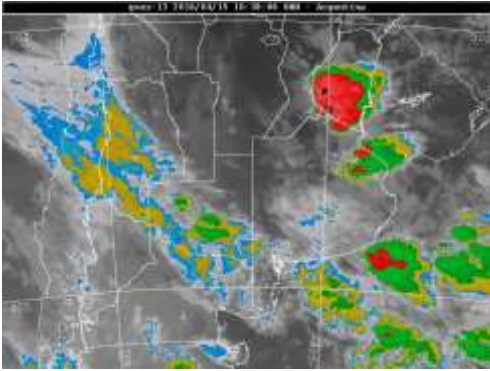
Supercélula ciclónica dominante intensa

que se desplaza hacia la derecha:

La célula inicial se divide, y si bien la célula anticiclónica, que se desplaza hacia la izquierda, mantiene fuertes valores de reflectividad, la célula ciclónica, que se desplaza hacia la derecha, desarrolla la circulación ascendente más intensa. La supercélula ciclónica genera una considerable rotación en la superficie al cabo de una hora y media de simulación, y se observan dos posibles oclusiones de tormenta en niveles bajos, primero después de 1 hora y 45 minutos, y nuevamente después de 2 horas y 45 minutos. El equilibrio entre la cizalladura vertical del viento en niveles bajos y la circulación generada por la bolsa de aire frío es suficiente para fomentar un ascenso vigoroso en el frente de racha y el desarrollo de células ordinarias entre las dos células creadas por la división original después de dos horas de simulación.

Análisis extraído de la página www.meted.ucar.edu, especificando las variables nombradas anteriormente.

2.5 Imágenes del satélite Goes 13

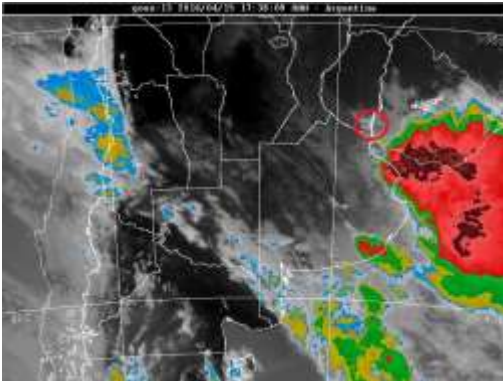


Desde la madrugada se venían desarrollando sistemas convectivos sobre el frente estacionario, como se ven en la imagen a continuación:

Imagen infrarroja del satélite geostacionario Goes 13 de la hora 10:38 UTC (para nuestro país restarle menos 3 horas para obtener la hora local) propiedad del Servicio Meteorológico Argentino.

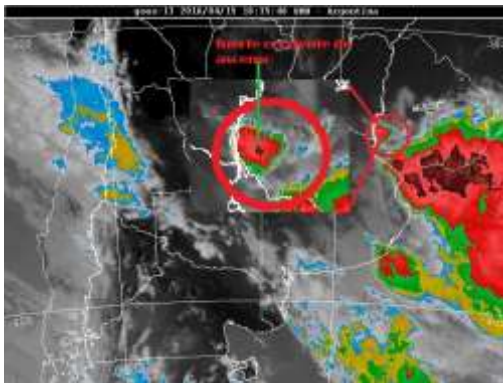
XIX- Imagen infrarroja del satélite Goes hora 10:38UTC.

Sobre la provincia de Entre Ríos se puede

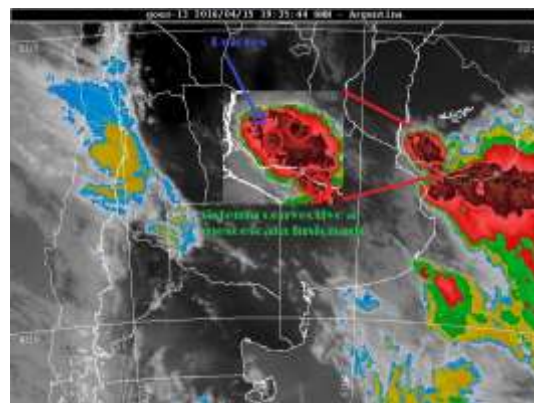


ver la presencia de convección (círculo rojo) en sus inicios (imagen de la hora 17:38 UTC), menos de una hora después podemos ver el explosivo desarrollo de una sistema convectivo a mesoescala, ya sobre el departamento de Soriano.

Mediante interpretación de la imagen, es posible aseverar una fuerte corriente de ascenso en el centro del sistema, evidenciada por un grupo de pixeles muy concentrado con temperaturas entre -70 y -80 °C, estas temperaturas nos darían una idea de la altura del tope del cumulonimbus en cuestión, con altas probabilidades de que superara los 14 km. La tropopausa se encontraba entre los 11 y 12 km de altura, por lo tanto, el overshooting sería del entorno de unos 2 a 3 kms sobre la tropopausa (como se detalla en la imagen de la 18:35 UTC.)



XX- Imagen infrarroja del satélite Goes hora 18:35UTC.



XXI- Imagen de las 19:35 UTC, 20 minutos

después de ocurrido el tornado.

El sistema convectivo se encuentra fusionado, pero ha mantenido su desarrollo por más 2 hs en su recorrido.

Por su estructura y longevidad es posible decir que este sistema evoluciono a una supercélula.

Imágenes de reflectividad del radar de Ezeiza

No es posible evidenciar en las imágenes de radar que tiene el equipo de trabajo, características propias de una supercelula, pero de acuerdo a las características termodinámicas y al comportamiento del sistema convectivo observado en las imágenes de satélite y en base al estudio de otros casos a nivel internacional y nacional, existe la alta probabilidad de que el tornado se haya formado en un ambiente con supercelular.

Conclusiones.

Entre las 1610 y 1617hs del día 15 de abril un tornado bajo la categoría EF3 con algunos rastros de EF 4 ingresa a la ciudad de Dolores. El primer contacto registrado fue a los fondos de la Cooperativa Agraria Dolores (C.A.DOL), su primer contacto con las estructuras de la cooperativa lo hizo con intensidades del viento superiores a los 265 km/h (EF 4), calculándose por el desplome total de sus galpones, una velocidad mínima de 265 y máxima de 290 km/h aproximadamente. El sentido de la rotación de los vientos es horario, siendo los más habituales. Rara vez se encuentran células tornádicas con rotación antihoraria.

Su génesis se originó en las proximidades del Río San Salvador, (según videos testimoniales), desplazándose hacia la ciudad de Dolores en dirección NW-SE, atravesándola en diagonal.

Al ingresar por la Av. Gral. Fructuoso, demolió viviendas construidas en material con desplazamiento de planchadas, continuando su trayectoria destructiva hacia el centro de la ciudad.

A escasos minutos y con una velocidad de desplazamiento de 36 km/h aproximadamente, llega a la plaza Constitución (zona céntrica). En este lugar, también son evidentes daños con categoría EF4, con un área de 160 kms cuadrados. Es de destacar que el área afectada no es homogénea, categorizándolos en un mínimo de la escala, EF0, hasta el máximo relevado, un EF4.

En su trayectoria se estimó una duración del evento meteorológico severo en 4 minutos y 33 segundos, afectando en su salida de la Ciudad de Dolores al barrio Altos de Dolores.

El cono del tornado o área de rotación, comenzó con un diámetro de 194 mts y al llegar al centro, se estima que superó los 500 mts.

El saldo de destrucción en infraestructura habitacional es de unas 1000 casas (los datos del SINAIE dicen 1.800 casas), y cerca del 10% de ellas totalmente destruidas; además de vehículos, alrededor de 150 comercios, edificios públicos, distribución de energía y medios de comunicación, etc.

En nuestro país no existe una climatología de eventos meteorológicos extremos o severos, relacionados a tornados específicamente. Según los registros con lo que maneja el equipo de trabajo, este evento sería el segundo en potencia y daños de la historia climatológica de nuestro país (recordemos que el primero fue: 21 de abril de 1970 en Fray Marcos, departamento de Florida, bajo la categoría F4).

Bibliografía.

- 1- Altinger, Maria Luisa y Migliardo, R.: El tornado de San Justo, Provincia de Santa Fe, ocurrido en día 10 de enero de 1973. *Meteorológica* Vol.IV N° 1,2,3- 1973
- 2- Antônio, M. A. Ocorrência de tornado na região tropical do Brasil. **Boletim Climatológico**, n. 3, p. 136-141, 1997.
- 3- Brooks, H. E., C. A. Doswell III, R. B. Wilhelmson, 1994: On the role of mid-tropospheric winds in the evolution and maintenance of low-level mesocyclones. *Mon. Wea. Rev.*, **122**, 126- 136.
- 4- Brooks, H.E, C.A. Doswell III, J.Cooper, 1994: On the Environments of Tornadic and Non-tornadic Mesocyclones. *Weather and Forecasting*, **10**, 606-618. Copyright 1994 American Meteorological Society.
- 5- Celemin, A.H: *Meteorología práctica*- Mar del Plata, 1984.
- 6- Costa, S.; Mezzasalma, P.; Levizzanu, V.; Alberoni, P.P.; Nanni, S. Deep convection over Northern Italy: synoptic and thermodynamic analysis. **Atmospheric Research**, v. 56, n. 1-4, p. 73-88, 2001
- 7- Davie-Jones, Robert, R. J. Trapp, and H. B. Bluestein, 2001, Tornadoes and Tornadic Storms, In: C. A. Doswell (Editor), *Severe Convective Storms*, AMS, 167-222.
- 8- Doswell III, C. A.; Bosart, L. F. Extratropical synoptic-scale processes and severe convection. In: Doswell III, C. A. (Ed.) **Severe Convective Storm**. Cap. 2. A Meteorological Monograph: American.
- 9- Dyer, R. A. A review of tornado activity in Brazil. In: International Society for Photogrammetry and Remote Sensing, 7., 1994, Rio de Janeiro. **Anais...** São José dos Campos: INPE, v. 30 part 7a, 1994, p.203-213.
- 10- Dyer, R. A. Rastros de tornados no sudoeste do Brasil, leste do Paraguai e nordeste da Argentina. In: Simpósio Latino-Americano de Sensoriamento Remoto, 1., 1986, Gramado. **Anais...** São José dos Campos: INPE, 1986. p.589-603.
- 11- Dyer, R. A. Remote Sensing Identification os tornado tracks in Argentina, Brazil and Paraguay. **Photogrammetric Engineering Remonte Sensing**. v. 54, n. 10, p.1429- 1435, 1988.
- 12- Fawbush, E.J and Miller, R.C: A method for forecasting hailstone size at the earth surface. *Bulletin of the American Meteorological Society*. Vol.34, N°6 , 1953.
- 13- Ferreira, L, Seluchi.M y Saulo.C: *Climatología sinóptica de la BNOA: ncampos medios de enero y julio*.
- 14- Fujita, T. T.; Pearson, A. D. Results of FPP classification of 1971 and 1972 tornadoes. In: Conf. on Severe Local Storms, 8., 1973, Denver: **Preprints...** Boston: American Meteorological Society, 1973. p. 142-145.
- 15- Fujita, T. T. Tornadoes and downbursts in the context of generalize planetary scales. **Journal of the Atmosferic Sciences**, v. 38, n. 8, p. 1511-1524, 1981.
- 16- Gayà, M.; Homar, V.; Romero, R.; Ramis, C. Tornadoes and waterspouts in the Balearic Islands: phenomena and environment characterization. **Atmospheric Research**, v. 56, n. 1-4, p. 253-267, 2001.
- 17- Klemp (1987) *Dynamics of Tornadic Thunderstorms* (handout)
- 18- Kuhl, S, Smith.B y LaDue J: Lesson 2: Damage surveys with the EFScale (presentación sin fecha) <http://www.wdtb.noaa.gov/courses/index.html>
- 19- Lemon, L. R.; Doswell III, C. A. Severe thunderstorm evolution and mesocyclone structure as related to tornadogenesis. **Monthly Weather Review**, v. 107, n. 9,p. 1184- 1197, Set. 1979.
- 20- Mc Carthy.D y LaDue J: Lesson 1: Introducing the Enhaced Fujita Scale (presentación sin fecha) <http://www.wdtb.noaa.gov/courses/index.html>
- 21- Marcelino, I. P. V. O.; Herrmann, M. L. P; Ferreira, N. J. The occurrence of tornadoes in Santa Catarina State, Brazil. **Australian Meteorological Magazine**, 2002

- 22- Marcelino, Isabela Pena, 2004: Analise de episodios de tornado em Santa Catarina: caracterizacao sinóptica e mineracao de dados. INPE-12145- TDI/969
- 23- Miller,R.C: Forecasting the degree of intensity of severe thunderstorms. Preprints of the sixth Conference on Severe Local Storms.
- 24- Nascimento.E.L and Doswell III.C.A: The necessity of an improved documentation of severe storms and tornados in Sudamerica.
- 25- Nascimento.E.L, 2006: Fundamentos sobre tornados. Curso de Meteorología de Mesoescala. Instituto Tecnológico SIMEPAR
- 26- Nascimento. E.L, 2006: Tempestades severas: definições e implicações para o Brasil, e a questão da previsão convectiva. Curso de Meteorología de Mesoescala. Instituto Tecnológico SIMEPAR
- 27- Orlanski, I :“A rational subdivisión of scales for atmospheric processes” B.A.M.S. 56(5):527-530, 1975.
- 28- Ramis.G, Altinger. Maria Luisa, 1982: El tornado de Fray Marcos (ocurrido en 21 de abril de 1970) Departamento de Florida, Uruguay- Informe de la Armada Nacional- Publicación 02-82.
- 29- Rockwood, A. A.; Maddox, R. A. Mesoscala and synoptic scale interactions leading to intense convection: the case of 7 june 1982. **Weather and Forecasting**, v. 3, n. 1, p. 51-68, Mar. 1988.
- 30- Schwarzkopf, M. L. A.; Rosso, L. C. Severe storms and tornadoes in Argentina. In: Conference on Severe Local Storms, 12., 1982, Boston. **Anais...** Boston:American Meteorological Society, 1982. p. 11-15.
- 31- Science and Technology, NWS Louisville, KY: Mini Supercell Thunderstorms: Thier environment and Convection evolution. 31/06/2004.
- 32- Scofield, R. A. **Instability bursts associated with extratropical cyclone systems(ECSs) and a forecast index of 3-12 hour heavy precipitation**. Washington: National Oceanic and Atmospheric Administration, 1990. 77 p. (NOAA technical memorandum NESDIS 30).
- 33- Seluchi M.E., J.A. Marengo, 1999: Tropical-Extratropical Exchange of air masses in South America: Climatic Asptecs and Extreme Events. Submitted to International Journal of Climatology.
- 34- Showalter, A.K: A stability index for thunderstorms forecasting. Bulletin of the American Society. Vol 34: N°6, June 1953
- 35- Silva Dias, M. A. F.; Grammelsbacher, E. A. A possível ocorrência de tornados em São Paulo no dia 26 de abril de 1991: um estudo de caso. **Revista Brasileira de Meteorologia**, v. 6, n. 2, p.513-522, 1991.
- 36- Simeonov, P.; Georgiev, C. G. A case of tornado-producing storm south of Rhodopes mountain in the Eastern Mediterranean. **Atmospheric Research**, v. 57, n. 3, p.187-199, 2001.
- 37- Stull, R. B. **Meteorology for Scientists and Engineers**. 2 ed. Pacific Grove: Brooks/Cole, 2000. p.339-351.
- 38- The Comet Program- <http://www.meted.ucar.edu>
- 39- Torena.F, 2003: El tornado de Juanico (www.meteored.com, revista RAM n°9).
- 40- Torena.F, 2003: Tornado F2: en la localidad de Miguez el 27/01/2001 (www.tutiempo.net/silvia_larocca/Temas/Index10.htm).
- 41- Uccellini, L. W.; Johnson, D. R. The coupling of upper and lower tropospheric jet streaks and implications for the development of severe convective storms. **Monthly Weather Review**, v. 107, n. 7, p. 682-703, June 1979.
- 42- Wind Science and Engineering Center- Texas Tech University, Lubbock, Texas 79409-1023: A recommendation for a Enhanced Fujita Scale (EF-Scale), October 10, 2006 Revisión 2.