

APLICACION DE METODOS DE PRONOSTICO DE TORMENTAS SEVERAS

Cristina E. Rossler y María L. Altinger de Schwarzkopf

Departamento de Meteorología - Facultad de Ciencias Exactas y Naturales - Universidad de Buenos Aires
Buenos Aires - República Argentina

RESUMEN

Para verificar la eficiencia de los métodos de pronóstico de tormentas propuestos por Colquhoun (1982) y por Miller (1967), se utilizó la situación meteorológica del 9 de noviembre de 1983 que presentaba como característica principal una línea de inestabilidad que afectó a las provincias del centro y norte de la Argentina.

Los resultados obtenidos con la aplicación del esquema lógico de Colquhoun fueron definidos y coincidentes con el grado de actividad convectiva que se desarrolló en Santa Rosa, Comandante Espora, Ezeiza y Salta. Los valores ambiguos que resultaron de calcular los parámetros propuestos por Miller sugieren la poca eficiencia del método en situaciones en las que, como en esta, la baroclinicidad no es intensa. En cambio, aplicando la carta compuesta de Miller se logra definir un área como región de origen de la línea de inestabilidad.

Se concluye que para fines operativos es más conveniente la aplicación del esquema lógico de Colquhoun.

ABSTRACT

The meteorological situation of november 1983 was analyzed the principal characteristic of this situation was a squall line which affected the northwest region of Argentina to verify the efficiency of the Colquhoun's (1983) and Miller's (1967) Methods for the forecast of severe thunderstorms.

Results of applying the logic sheet of Colquhoun show a definite and coincident with correlation the convective activity which developed in Santa Rosa, Comandante Espora, Ezeiza y Salta at that time. The ambiguous values that follow from applying Miller's Table suggest the poor efficiency of this method in situations with low baroclinicity.

On the other hand, with the application of the composite Miller's chart, the squall line source region was obtained.

It is concluded that, the application of Colquhoun's Method is more convenient and recommended for operational purposes.

1. INTRODUCCION

En este trabajo se analiza la situación meteorológica del 9 de noviembre de 1983 que presenta como característica principal una línea de inestabilidad que afectó a las provincias del centro y norte del país la que, además de producir serios daños por granizo en Salta y Santiago del Estero, hizo que las líneas aéreas comerciales no pudieran cubrir los servicios habituales entre el aeroparque de la Ciudad de Buenos Aires y el centro y noroeste del país. El objetivo principal fue aplicar tanto la metodología de Colquhoun (1982) como la de Miller (1967) y verificar, en este caso particular, su eficiencia como herramientas de pronóstico del carácter severo de las tormentas.

2. SITUACION METEOROLOGICA DEL 9 DE NOVIEMBRE DE 1983

Se analizaron las cartas meteorológicas y radiosondeos de los días 8, 9 y 10. En el día 8 se observó un frente frío sin actividad en el sudoeste de la Provincia de Buenos Aires, una lengua de aire cálido y húmedo en el nivel de 850mb, por delante del frente, y una región muy seca en 700mb sobre las provincias del litoral. La situación de altura mostraba una cuña en 500mb sobre los 67°W en concordancia con el campo de espesores. El día 9 el aire húmedo no varió mayormente su posición desde el día anterior. El eje de la lengua húmeda en 850mb se hallaba aún en la línea Salta-Córdoba-Santa Rosa y la fuerte subsidencia se mantuvo sobre el litoral. En 500mb se observó la influencia de una vaguada entrante. Al mediodía (15Z) la masa de aire tropical alcanzó los 35°S donde se observaba un fuerte gradiente de humedad asociado al frente frío que a esa hora presentaba una ondulación al sudeste de Bahía Blanca. A las 15 horas (18Z), una línea de inestabilidad avanzaba hacia el norte de la Provincia de Buenos Aires con marcada actividad convectiva (Fig.1). Seis horas más tarde (00Z), esta línea de inestabilidad alcanzó su completo desarrollo extendiéndose a lo largo de más de 1000Km desde Uruguay hasta el norte de Santiago del Estero (Fig.2).

3. METODOS DE ANALISIS

3.1. Esquema lógico de Colquhoun

Colquhoun (1982) presenta, como apoyo al pronóstico de tormentas y tormentas severas un esquema lógico basado en una serie de parámetros físicos y termodinámicos (Fig.3). Para el cálculo del flujo de masa, de la velocidad y de la intensidad de la tormenta, descri-

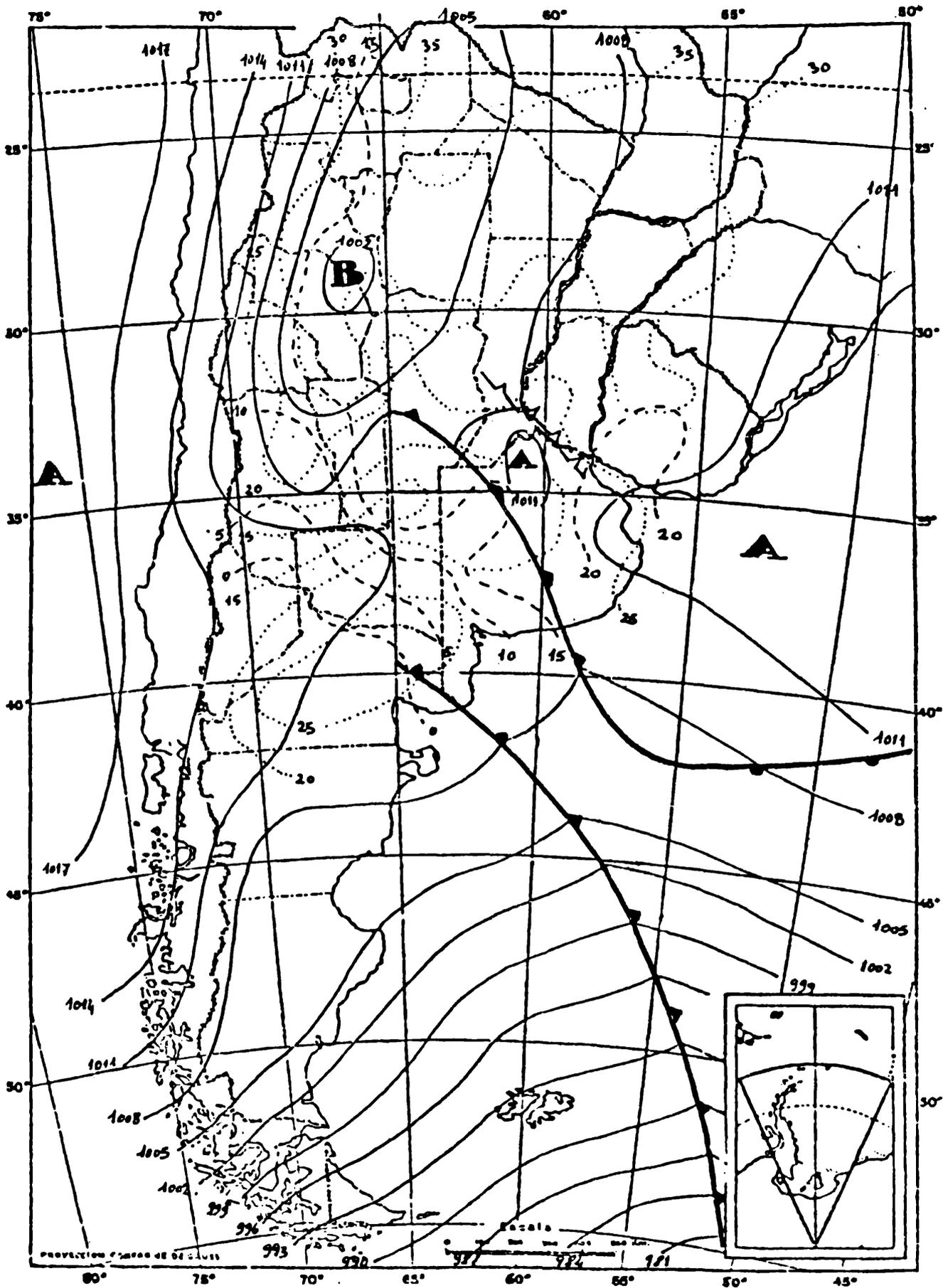


Fig.1: Carta de superficie. 9 de noviembre de 1983 - 18Z

- Isobaras en mb
- Isothermas en °C
- - - - - Isothermas de punto de rocío en °C

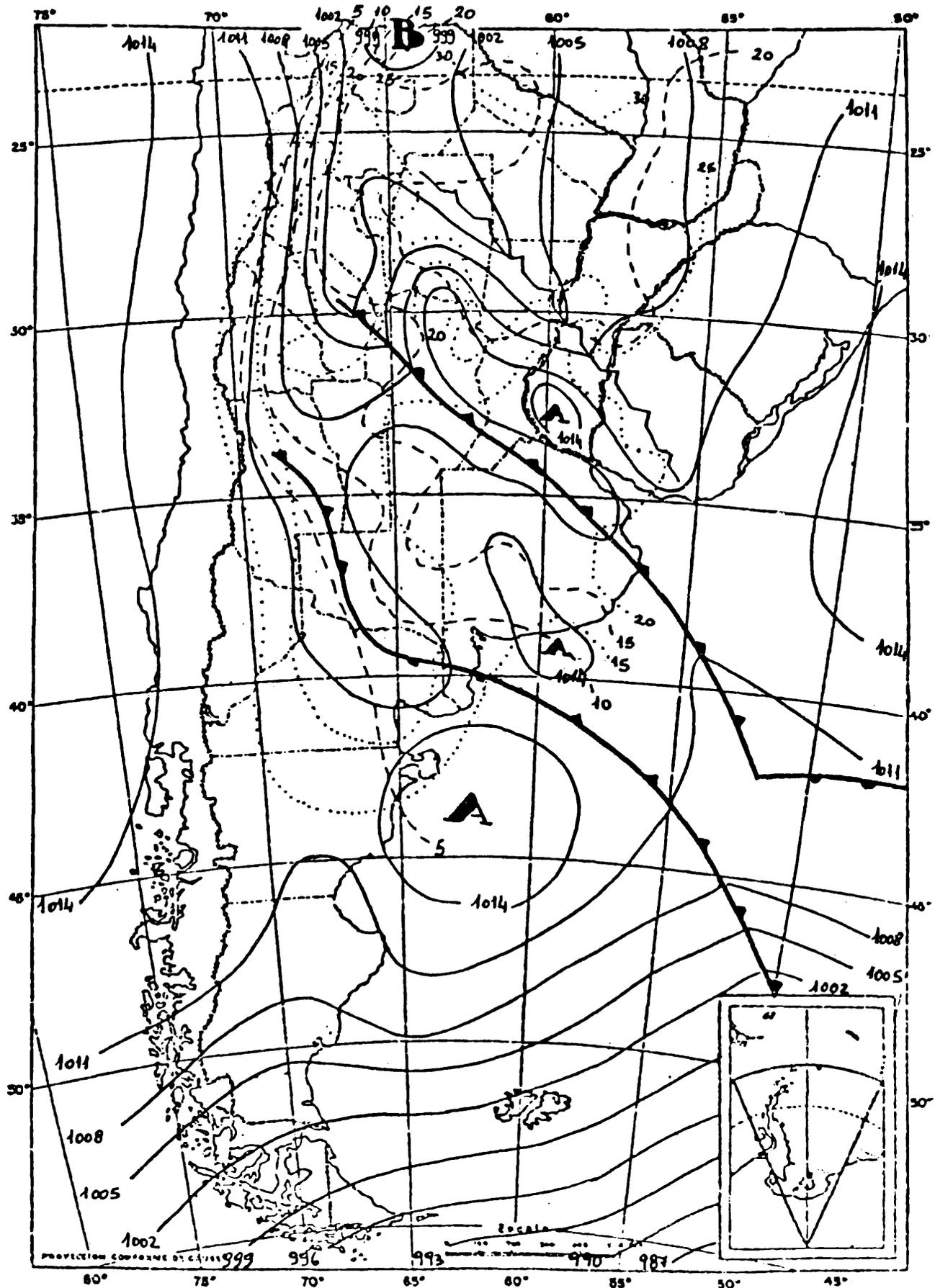


Fig.2: Carta de superficie. 10 de noviembre de 1983 - 00Z

- Isobaras en mb
- Isothermas en °C
- - - - - Isothermas de punto de rocío en °C

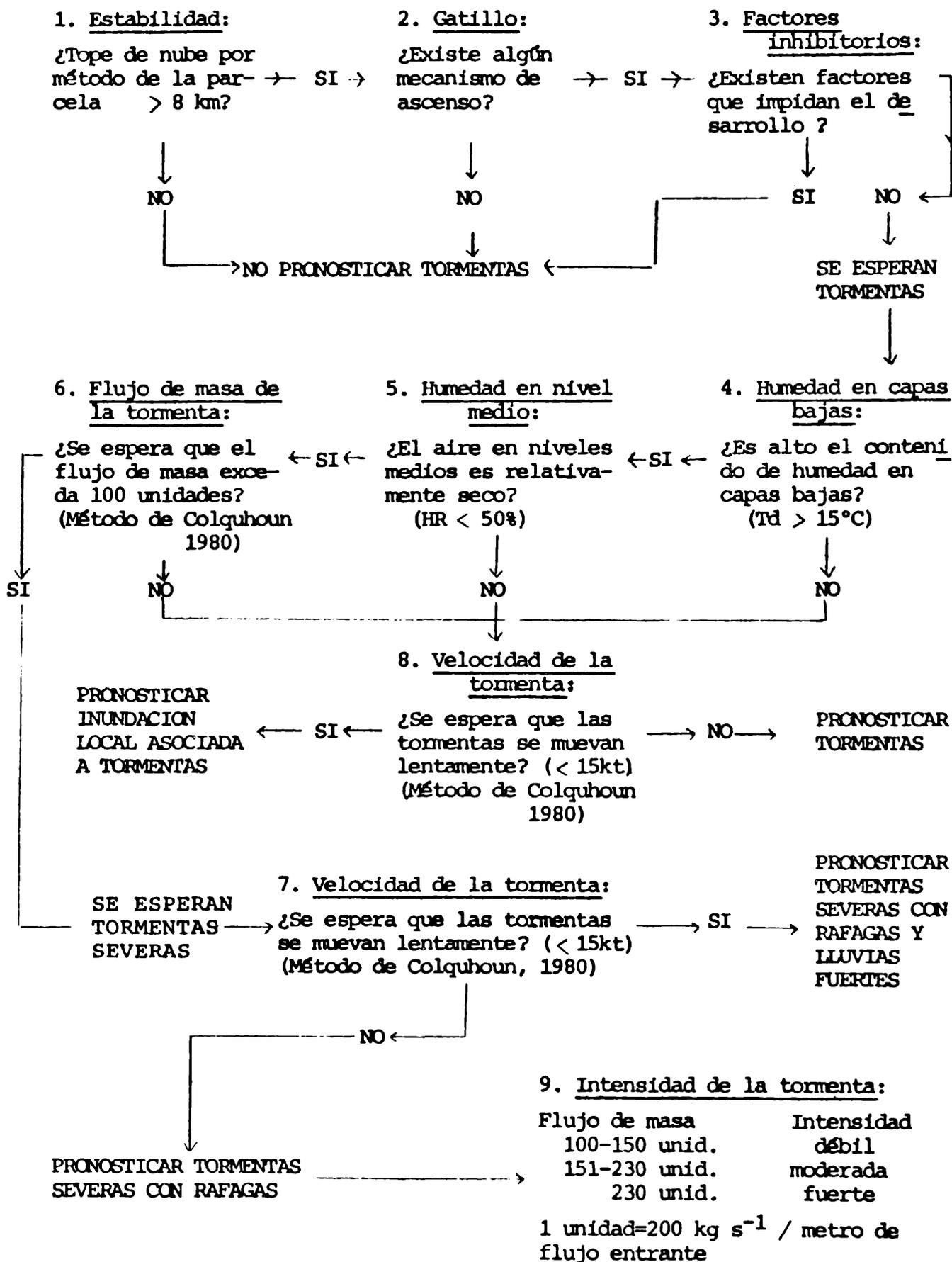


Fig.3: Esquema lógico para el pronóstico de tormentas y tormentas severas (Colquhoun, 1982)

be un método de pronóstico donde supone que la corriente ascendente y la descendente transportan igual cantidad de aire y que la tormenta alcanza su máxima intensidad al trasladarse con la velocidad que resulta de maximizar la relación de flujo de aire en el sistema ascendente/descendente. Utiliza para ello el perfil vertical del viento en el entorno de la tormenta entre superficie y 450mb (Colquhoun 1980).

3.2. Método de Miller

En su manual de análisis y pronóstico de tormentas severas, Miller (1967) presenta una lista de los parámetros más importantes y sugiere guías para clasificar su intensidad (Tabla 1). Además menciona otros que pueden ser útiles en la definición de un pronóstico. En la aplicación de estas reglas Miller, a través de una carta compuesta, visualiza la situación sinóptica donde superpone las características más significativas que son favorables para el desarrollo de tormentas severas. Por ejemplo la intersección de la corriente en chorro alta con la corriente en chorro de niveles medios y las áreas de difluencia en la configuración de los campos de viento.

4. RESULTADOS

4.1. Aplicación del método de Colquhoun

Para cada una de las estaciones se aplicó el esquema lógico propuesto por Colquhoun para la situación del 9 de noviembre de 1983, obteniendo el resultado que muestra la Tabla 2.

4.2. Aplicación del método de Miller

Se evaluó para el 9 de noviembre a las 12Z, la intensidad de los parámetros propuestos por Miller y los resultados están expresados en la Tabla 3.

La figura 4 muestra la carta compuesta que se obtuvo considerando los parámetros sinópticos que se detallan en la misma. Analizando esta carta se tomó como zona propicia para la generación de tormentas la isolínea de índice Total Totals de 50.

5. DISCUSION DE LOS RESULTADOS

El esquema lógico de Colquhoun pronosticó correctamente la convección en Santa Rosa, Comandante Espora, Ezeiza y Salta, como se puede ver en la Tabla 4, donde se indica la hora en que comenzó la actividad convectiva el día 9. En las dos últimas estaciones las tormentas pronosticadas correspondieron al pasaje de la línea de inestabilidad que afectó asimismo a la zona de Córdoba. Evidentemente

Tabla 1: Parámetros clave para el pronóstico de tormentas severas
(Miller, 1967)

Parámetros	débil	moderado	fuerte
1. Advección de vorticidad en 500mb	Neutral o AVP	AVN-ángulo entre isochipsas y líneas de vorticidad < 30°	> 30°
2. Estabilidad Lifted index Total totals	> -2 < 50	-3 a -5 50 a 55	< -6 > 55
3. Nivel medio Jet Cortante	< 35Kts 15Kts/90mn	35 a 50Kts 15 a 30Kts/90mn	> 50Kts 30Kts/90mn
4. Nivel superior Jet Cortante	55Kts 15Kts/90mn	55 a 85Kts 15 a 30Kts/90mn	85Kts 30Kts/90mn
5. Jet de capas bajas	< 20Kts	20 a 35Kts	> 35Kts
6. Humedad en capas bajas	< 8°C	8 a 12°C	> 12°C
7. Campo de temperatura máximo en 850mb	Al este del eje húmedo	Sobre el eje húmedo	Al oeste del eje húmedo
8. Línea de no-variación de temperatura en 700mb-12h	< 20°	Angulo entre la línea y el viento 20 a 40°	> 40°
9. Entrada de aire seco en 700mb	< 0°	Angulo entre el viento y las isodrosotermas 25 a 40° y viento < 25Kts	> 40° y viento > 25Kts
10. Caída de presión en superficie - 12h	< 1mb	1 a 5mb	> 5mb
11. Variación de la altura de 500mb - 12h	< 30m	30 a 60m	> 60m
12. Altura de cero de bulbo húmedo	Sobre 3300m Bajo 1500m	2700 a 3300m 1500 a 2100m	2100 a 2700m
13. Presión de superficie sobre el área	< 1010mb	1010 a 1005mb	> 1005mb
14. Punto de rocío en superficie	< 55°F	55 a 65°F	> 65°F

Tabla 2: Esquema lógico de Colquhoun (1982) para el 9 de noviembre de 1983 a las 12Z.

	SAL	SIS	OSA	DOZ	EZE	EPO
1. Ocurrencia de tormentas (Método de la parcela)	SI	N O	SI	N O	SI	N O
2. ¿Existe un mecanismo de gatillo?	SI	P R O N O S T I C A R	SI	P R O N O S T I C A R	SI	P R O N O S T I C A R
3. ¿Hay factores que impidan el desarrollo de tormentas?	NO	N O	SI	N O	NO	N O
4. ¿Es alto el contenido de humedad en capas bajas?	SI	S T I C A R	N O	S T I C A R	SI	S T I C A R
5. ¿Es relativamente seco el aire en niveles medios?	SI	A R	P R O N O S T I C A R	A R	SI	A R
6. ¿El flujo de masa de la tormenta excede 100 unid.? (Método de Colquhoun)	NO	T O R M E N T A S	N O	T O R M E N T A S	SI	T O R M E N T A S
7. ¿Se espera que la tormenta se mueva lentamente?	-		A R	E N T A S	NO	E N T A S
8. Idem 7	SI				-	
9. Intensidad de la tormenta severa	-		T O R M E N T A S		moderada	
	PRONOSTICAR	INUNDACION ASOCIADA A TORMENTAS	T O R M E N T A S		TORMENTAS SEVERAS CON RAFAGAS	

Especificaciones: SAL: Salta
 SIS: Resistencia
 OSA: Santa Rosa
 DOZ: Mendoza
 EZE: Ezeiza
 EPO: Comandante Espora

Tabla 3: Intensidad de los parámetros propuestos por Miller (1967) para el 9 de noviembre de 1983 a las 12Z.

	SAL	SIS	DOZ	OSA	EZE	EPO
1. Advección de vorticidad en 500mb	F	M	M	F	F	M
2. Estabilidad						
Lifted index	M	D	D	M	M	D
Total totals	D	D	M	M	D	M
3. Nivel medio						
Jet	D	D	M	M	F	F
Cortante	D	D	D	D	D	M
4. Nivel superior						
Jet	D	M	M	F	F	F
Cortante	D	D	D	D	M	D
Jet de capas bajas	D	D	D	D	D	D
Humedad en capas bajas	F	F	M	M	F	F
Campo de temperatura máximo en 850mb	M	M	M	M	M	M
Línea de no-variación de temperatura en 700mb				falta de datos		
Entrada de aire seco en 700mb	D	D	D	D	D	D
Caída de presión en superficie-12h	M	D	D	D	D	D
Variación de la altura de 500mb-12h	D	D	M	D	D	D
Altura de cero de bulbo húmedo	D	M	M	F	F	D
Presión de superficie sobre el área	F	D	M	D	D	D
Punto de rocío en superficie	F	F	D	M	F	D

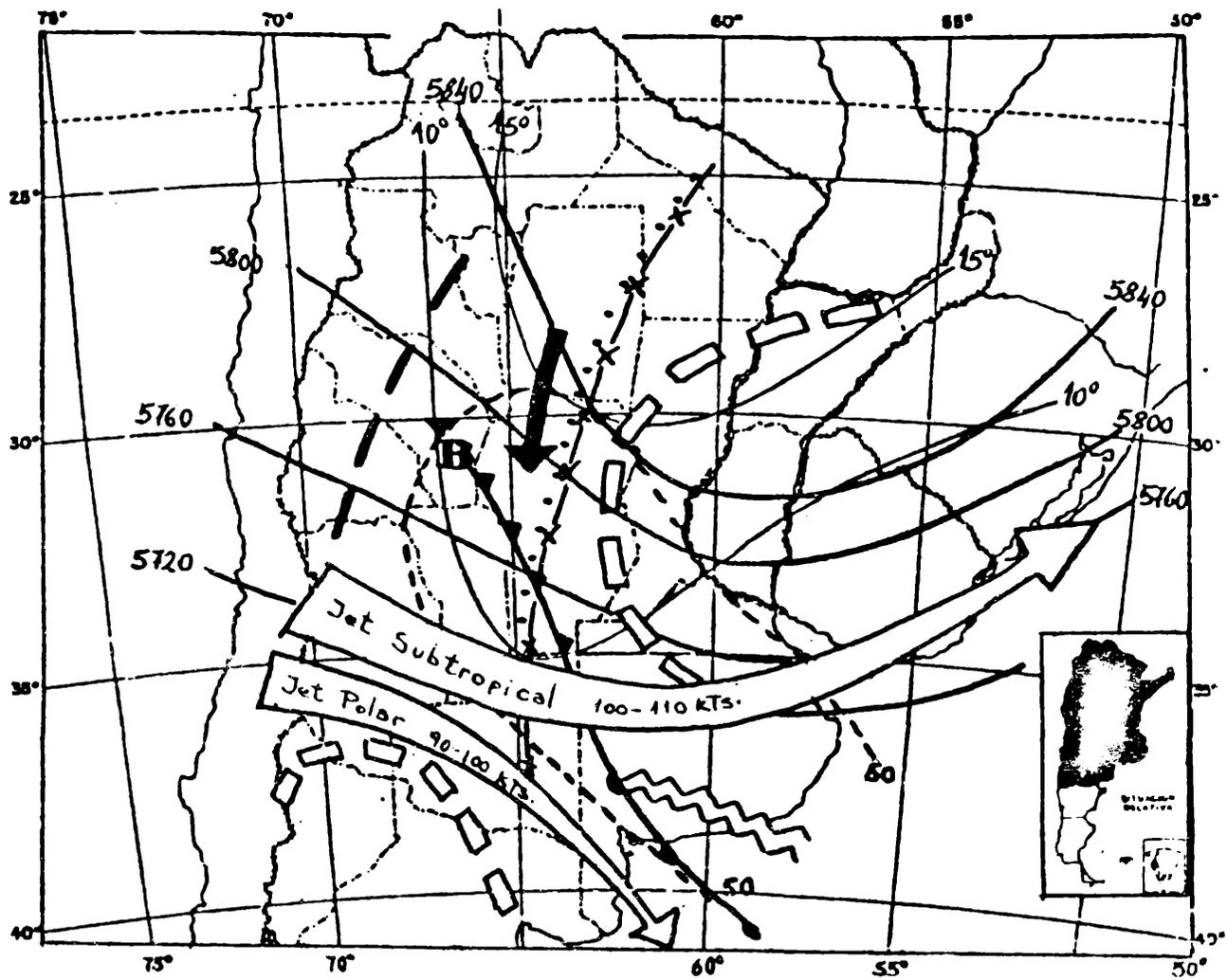


Fig.4: Carta compuesta con los parámetros pronosticados de tormenta severa (según Miller, 1967) para el 9 de noviembre de 1983 a las 12 Z.

Especificaciones:

-  Posición del frente en superficie
-  Corriente en chorro en niveles altos
-  Topografía absoluta de 500mb
-  Isolíneas de temperatura de punto de rocío en 850mb
-  Corriente en chorro en niveles bajos
-  Eje de aire cálido en 850mb
-  Eje de aire húmedo en 850mb
-  Posición del eje de vaguada en onda corta en 500mb
-  Zona de difluencia
-  Entrada de aire seco en 700mb
-  Zona de índice total igual o mayor de 50

el pronóstico obtenido para Resistencia de NO TORMENTA indica que el radiosondeo efectuado allí a las 9 horas (12Z) registró condiciones aún lejanas de la región inestable crítica. Las tormentas en Mendoza, no detectadas por el esquema lógico, se debieron al pasaje de un segundo frente que, durante el transcurso del día, se desplazó desde la Patagonia.

Tabla 4: Horas en que el observador meteorológico registró el comienzo de la actividad tormentosa el día 9 de noviembre de 1983.

Estación	Hora
Córdoba	15:30 hs
Salta	20:05 hs
Santa Rosa	1:00 hs
Cdte. Espora	No se registraron tormentas
Ezeiza	13:20 hs
Mendoza	20:15 hs
Resistencia	23:15 hs

Con respecto a los parámetros de Miller, se halló una aceptable definición de los parámetros sinópticos. Los parámetros de escala subsinóptica quedaron limitados a una estimación debido a la inadecuada densidad de la red de estaciones y, especialmente, a la ausencia del radiosondeo de Córdoba. Los parámetros que alcanzaron la gradación "fuerte" y "moderada" son los que clásicamente se mencionan como de mayor importancia en la generación de tormentas severas pero una cantidad no despreciable alcanzó solo una definición "débil" sin que influyera sobre ellos las razones expuestas antes.

Esta ambigüedad ya fue señalada por Maddox (1982) y dificultaría la aplicación con fines operativos de la Tabla de Miller.

Por el contrario, en la carta compuesta, se logra visualizar un área que se extiende desde Olavarría hasta el norte de San Juan, como región de origen de la línea de inestabilidad que luego se desplazó sobre las provincias del centro y noreste.

Las líneas aéreas comerciales no pudieron cubrir los itinerarios entre Buenos Aires y los aeropuertos del noroeste del país. Las tormentas que se desarrollaron durante la tarde del 9 de noviembre produjeron intensas granizadas en el noroeste del país teniendo su máximo desarrollo en la Provincia de Tucumán donde además ocasionaron daños en árboles y viviendas.

6. CONCLUSIONES

La situación sinóptica del 9 de noviembre de 1983 no puede considerarse dentro de las clásicas que, en principio, presentan la mayor cantidad de factores propicios para la formación de tormentas severas. Los valores ambiguos que resultan de calcular los parámetros propuestos por Miller sugieren la poca eficiencia del método desde el punto de vista operativo notada por varios autores especialmente Maddox (1982) quien limitó la aplicación del método a los casos netamente baroclínicos. En el esquema lógico de Colquhoun, aparentemente, no es necesario tener en cuenta esta restricción ya que los resultados fueron más definidos y a la vez coincidentes con el grado de actividad convectiva que se desarrolló.

Comparando el método de Colquhoun y la Tabla de Miller se puede ver que el esquema lógico formula con mayor precisión el pronóstico de tormentas sobre un punto de la región, mientras que la carta compuesta de Miller proporciona una buena definición de la zona sobre la que se generarán las tormentas.

Para los fines operativos sería más conveniente la aplicación conjunta del esquema lógico de Colquhoun y de la carta compuesta de Miller, teniendo en cuenta que, obtenida la región de generación de tormentas con ésta última, el esquema lógico proporcionaría, además de la intensidad de la convección, el área de extensión de las tormentas durante el día.

7. BIBLIOGRAFIA

- Colquhoun, J.R., 1980: A method of estimating the velocity of a severe thunderstorm using the vertical wind profile in the storm's environment; Preprint Vol. 18 Conference on Weather Forecasting & Analysis; Amer. Met. Soc.
- Colquhoun, J.R., 1982: A logic sheet to assist forecasting thunderstorm; Proc. 12 Severe Local Storms; Confer. Amer. Met. Soc.
- Maddox, R.A. and Doswell III, C.A. 1982: Forecasting severe thunderstorm: A brief evaluation of accepted techniques; Proc. 12 Severe Local Storms; Amer. Met. Soc.
- Miller, R.C., 1967: Notes on analysis and severe storm forecasting procedures of the military weather warning center; Tech. Rep. 200 Air Weather Service (MAC); USAF.
- Necco, G.V. y Velasco, I., 1980: Valores medios extremos y desviaciones estandar de datos aerológicos; UBA; FCEyN, Departamento de Meteorología.