

ESTUDIO DE LA FISICA DE LAS NUBES TORMENTOSAS II. Análisis de nidos de formación y de trayectorias

J. L. Casanova*, A. Castro** y J. Casanova*

* Facultad de Ciencias. Universidad de Valladolid

** Laboratorio de Física. Facultad de Veterinaria. Universidad de León.

1. Introducción

La determinación del origen más probable y de la dirección preferente de las tormentas es un dato del máximo interés ya que permite un control preferente de la zona en la que es más fácil que se generen las tormentas y además, al saber cuál será su trayectoria, la labor de prevención se facilita enormemente.

Dado que la estadística de la que disponemos es bastante abundante, hemos realizado un estudio de:

- a) Nidos de formación de las tormentas de año a año, y después en su conjunto.
- b) Estudio de las trayectorias de las tormentas, también año a año y en conjunto, lo cual nos ha permitido generar una rosa de direcciones.
- c) Estudio del tiempo de duración de las tormentas, también año a año y para el conjunto de los tres años, lo que nos ha permitido conocer el módulo de su velocidad.

Como soporte para el trabajo hemos construido una cuadrícula, con cuadros de 20×20 km que incluye el área protegida. Los cuadrados horizontales van numerados del 1 al 15, y los verticales de la letra A a la P, es decir, un área de 15×16 cuadrados, que cubren 96.000 km^2 .

El radar está ubicado en el centro de las casillas:

H-8	H-9
I-8	I-9

Figura 1.—Esquema y distribución de la cuadrícula.

2. Nidos de formación

Se han estudiado y determinado los nidos de formación en base al punto correspondiente a su primera señal en el radar. El número de células estudiadas cada año ha sido el siguiente:

año 1981 : 81
año 1982 : 62
año 1983 : 248
total : 391 tormentas

En las gráficas 1, 2 y 3 aparecen los resultados de cada año, y en la 4 el resultado global, que como se ve ya es significativo. En el gráfico 5 presentamos los mismos resultados en %.

3. Trayectorias

El estudio de las trayectorias se ha realizado teniendo en cuenta el instante inicial en el que se detecta la célula y la última imagen de la misma. En general las trayectorias son bastante rectilíneas, y es fácil determinar su dirección. Sin embargo, en ocasiones esta determinación no es fácil, debido a cambios en la trayectoria, escasez de imágenes, etc., y por ello se dejan fuera de consideración ciertos casos.

Con el fin de simplificar la clasificación, hemos dividido a la rosa de los vientos en 16 sectores, según las 16 direcciones preferentes. Los casos tratados han sido:

año 1981 : 86 año 1983 : 258
año 1982 : 65 total : 409

GRAFICA 1

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
A									1	1	2				
B						1	1			1	1				
C							1			2					
D								2		1					
E						1	1	1	1		2	1			
F											2				
G	1				2		1		3	2					
H															
I				1			1	1	+	1		1			
J				1	1	1	4		1		1	2	1		
K							1	3	5	1					
L						3	1	1	1	1					
M					1	1	3	1							
N					1		1		4	1					
O									1	1					
P															

GRAFICA 2

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
A															
B												1			
C					1										
D						1						1	1		
E								1	1			1			
F						1			1			2			
G									2	1		2		1	
H											1		1		
I						1		+	1		1	1			1
J						1	5		1				1		
K						1	2	1							
L						1	4	3							
M						4		2	2						
N					1	2	1	1							
O							1	1							
P						1	1								

GRAFICA 3

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
A				1	3	1	1		1	1	1				
B				1	1			3				2			
C			1		1	2	2	3		1			1	1	
D			1	2		1	2		3		1			1	1
E					3	1	1	3	2	2	1	1		1	
F					1	1	1	1		1	1	1			1
G					3	4	1	1	4	5		4			
H				2	3	3	2	1	2	5	4		3	2	
I		1	1		2	3	7	+	4	1		3	3		
J			2	2		1	5	5	1	2	1	1	2		
K					1	1	12	3	1	2	1	1			
L		1				3	7	6	3	1	1	1			
M					1	9	9	6							
N				1		4	1	5	1						
O				2		3		1							
P						1									

GRAFICA 4

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
A				1	3	1	1		2	2	3				
B				1	1	1	1	3		1	1	3			
C			1		2	2	3	3		3			1	1	
D			1	2		2	2	2	3	1	1	1	1	1	1
E					3	2	2	5	4	2	3	3		1	
F					1	2	1	1	1	1	3	3		1	
G	1				5	4	2	1	9	8		6		1	
H				2	3	3	2	1	2	5	5		4	2	
I		1	1	1	2	4	8	1	6	1	2	4	3		1
J			2	3	1	3	14	5	3	2	2	3	4		
K					1	2	15	7	6	3	1	1			
L		1				7	12	10	4	1	2	1			
M					2	14	12	9	2						
N				1	2	6	3	6	5	1					
O				2		3	1	2	1	1					
P						2	1								

GRAFICA 5

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
A				0,25	0,75	0,25	0,25		0,5	0,5	0,75				
B				0,25	0,25	0,25	0,25	0,75		0,25	0,25	0,75			
C			0,25		0,5	0,5	0,75	0,75		0,75			0,25	0,25	
D			0,25	0,5		0,5	0,5	0,5	0,75	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25
E					0,75	0,25	0,25	1,25	1	0,5	0,75	0,75		0,25	
F					0,25	0,5	0,25	0,25	0,25	0,25	0,75	0,75		0,25	
G	0,25				1,25	1	0,5	0,25	2,25	2		1,5		0,25	
H				0,5	0,75	0,75	0,5	0,25	0,5	1,25	1,25		1	0,5	
I		0,25	0,25	0,25	0,5	1	2	0,25	1,5	0,25	0,5	1	0,75		0,25
J			0,5	0,75	0,25	0,75	3,5	1,25	0,75	0,5	0,5	0,75	1		
K					0,25	0,5	3,75	1,75	1,5	0,75	0,25	0,25			
L		0,25				1,75	3	2,5	1	0,25	0,5	0,25			
M					0,5	3,5	3	2,25	0,5						
N				0,25	0,5	1,5	0,75	1,5	1,25	0,25					
O				0,25		0,75	0,25	0,5	0,25	0,25					
P						0,75	0,25								

En la tabla 1 aparecen los resultados tabulados en valor exacto y los resultados finales en %. En la figura 2 presentamos la rosa de direcciones obtenidas, que como se ve tiene su máxima predominante en la dirección SW.

muy variado. En la tabla 2 presentamos para cada año su valor medio, máximo y mínimo, y su desviación cuadrática media en minutos, así como el número total de casos analizados.

TABLA 2

	\bar{t}	$t_{\text{máx.}}$	$t_{\text{mín.}}$	σ_t	N
1981	81,7	321	21	51,7	57
1982	75,9	154	15	40,5	30
1983	82,6	282	7	49,5	121

4. Duración y velocidad de avance

Hemos estudiado el tiempo de duración de las tormentas, en base también a la primera y última imágenes recibidas. El tiempo en general es

TABLA I

	N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SES	S	SSW	SW	WSW	W	WNM	NM	NMW	TOTA- LES
1981	7	3	3	2	1	1	2	1	5	9	12	6	19	9	4	2	86
1982	0	0	0	1	0	0	0	1	2	8	29	12	8	8	1	0	65
1983	4	6	5	0	0	7	6	1	1	32	51	50	43	28	15	9	258
Total	11	9	8	3	1	8	8	3	8	49	92	68	70	40	20	11	409
Total (%)	2,7	2,2	2,0	0,7	0,2	2,0	2,0	0,7	2,0	12	22,5	16,6	17,1	9,7	4,8	2,7	99,9

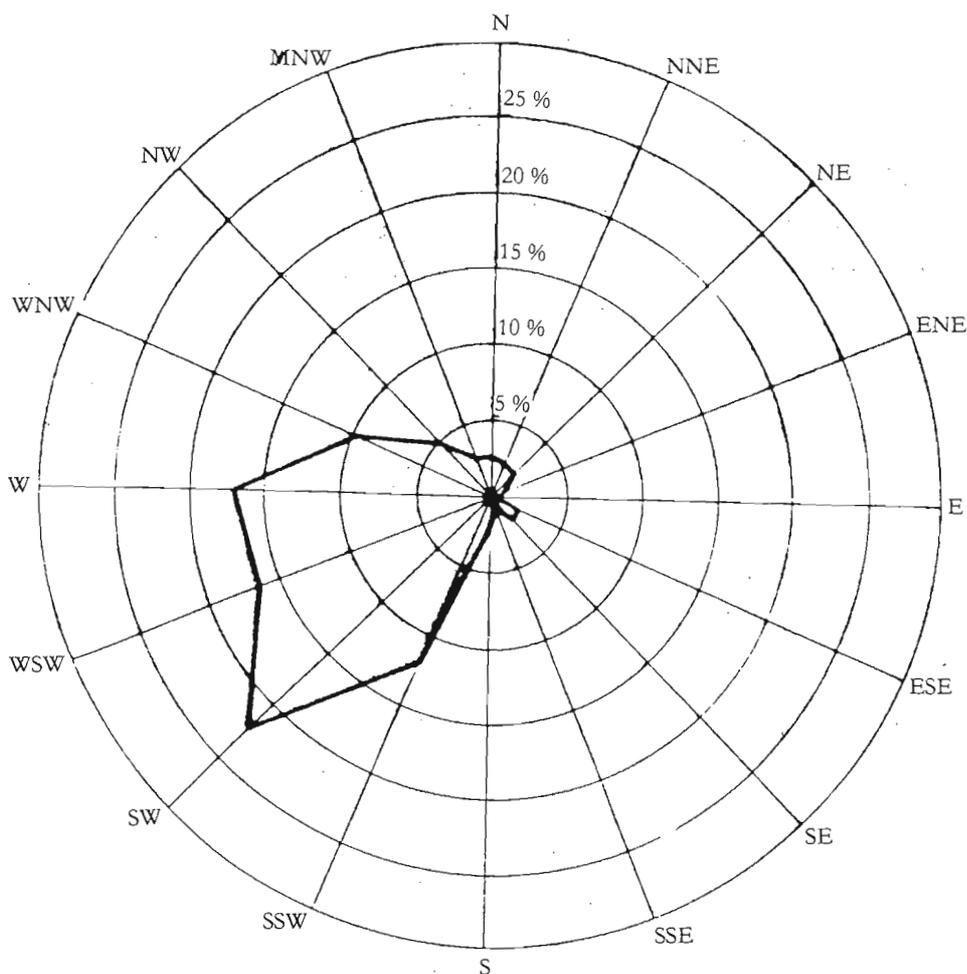


Figura 2

Como se ve, los valores son en todos los casos muy similares.

En la tabla 3 presentamos los resultados correspondientes a las distancias recorridas, ex-

TABLA 3

\bar{D}	$D_{m\acute{a}x.}$	$D_{m\acute{i}n.}$	σ_d	N	
1981	27,4	75	5	16,9	57
1982	45,4	160	4	40,5	29
1983	45,8	148	5	31,7	119

presadas en kil6metros. Para cada a1o expresamos la distancia media, la máxima y la mínima, la desviaci6n típica y el número de casos considerados. Como se ve, los a1os 82 y 83 son similares, siendo de destacar la gran variabilidad de los recorridos, que oscilan entre unos pocos kil6metros y varias decenas.

En la tabla 4 analizamos, por último, las ve-

locidades de desplazamiento de las células estudiadas. Los valores los expresamos en m/s, en la parte superior, y en km/hora en la parte inferior. Al igual que en las tablas anteriores presentamos los valores medio, máximo, mínimo, desviaci6n fuera típica y número de casos. Es de se1alar también la variabilidad de las velocidades que pueden llegar a diferir incluso en un orden de magnitud.

TABLA 4

	\bar{v}	$v_{m\acute{a}x.}$	$v_{m\acute{i}n.}$	σ_v	N
1981	6,2	13,8	1,3	3	57
	22,3	49,7	4,7	10,7	
1982	8,6	20,8	1,8	5,3	29
	30,9	74,9	6,5	19,0	
1983	9,8	31,6	2,3	5,6	119
	35,4	113,8	8,3	20,3	