

UNIVERSIDAD DE BARCELONA

FACULTAD DE FÍSICA

EPISODIOS DE LLUVIAS COPIOSAS EN CATALUÑA :  
GENESIS, EVOLUCION Y FACTORES COADYUVANTES

Trabajo presentado para optar al grado de  
Doctor en Física

por

MARIA DEL CARMEN LLASAT BOTIJA

Director: Prof. Dr. Manuel Puigcerdà Zanón  
Cátedra de Física de la Atmósfera

Febrero 1987

### IV.3 Episodio de los días 6-10 de Noviembre de 1983

#### IV.3.1 Introducción

Las precipitaciones registradas en Cataluña durante los días 6 y 7 de Noviembre de 1983 ocasionaron el desbordamiento de numerosos torrentes e importantes avenidas de los ríos Llobregat, Besós, Fluvià y Ter, así como la inundación de diversas zonas urbanas y agrícolas.

La circunstancia de que este episodio de intensas lluvias se produjera tan sólo un año después de haberse registrado las últimas avenidas de tales ríos hizo que el efecto devastador de la acción de las aguas se incrementase en numerosos lugares en los que todavía no habían podido ser reparados los daños sufridos en Noviembre de 1982.

En esta ocasión las lluvias se registraron en las laderas meridionales de las cordilleras litoral y prelitoral y en particular, en la Corporación Metropolitana de Barcelona en donde se alcanzó en el curso de los días 6 a 8 de Noviembre una precipitación máxima de 347 mm. En la mencionada corporación un 68% de las inundaciones tuvieron lugar en zonas urbanas. En Gerona se superaron los 100 mm en bastantes estaciones, alcanzándose los 236 mm en Castellfollit de la Roca. Aunque en Tarragona y Lérida llovió menos, las cantidades fueron en algunos puntos también considerables, como en Riner Xixons (Lérida) en donde se recogieron 90 mm.

Los días 9 y 10 se volvieron a producir importantes lluvias originadas por el paso de un frente frío, si bien la máxima recogida en 24 horas fue de 63 mm.

Mientras que las inundaciones de Noviembre de 1982 fueron causadas por la lluvia registrada en la cabecera de los ríos y que posteriormente provocó su desbordamiento en diversos tramos, las inundaciones de 1983 fueron producidas por las intensas lluvias caídas cerca de su desembocadura.

#### IV.3.2. Análisis pluviométrico del episodio

Previamente y al igual que había sucedido un año antes, los días 2, 3 y 4 se habían producido fuertes lluvias en Andalucía (145 mm en Huelva, 121 en Sevilla,...)

El día 6 llovió en el Este de la península, produciéndose las precipi-

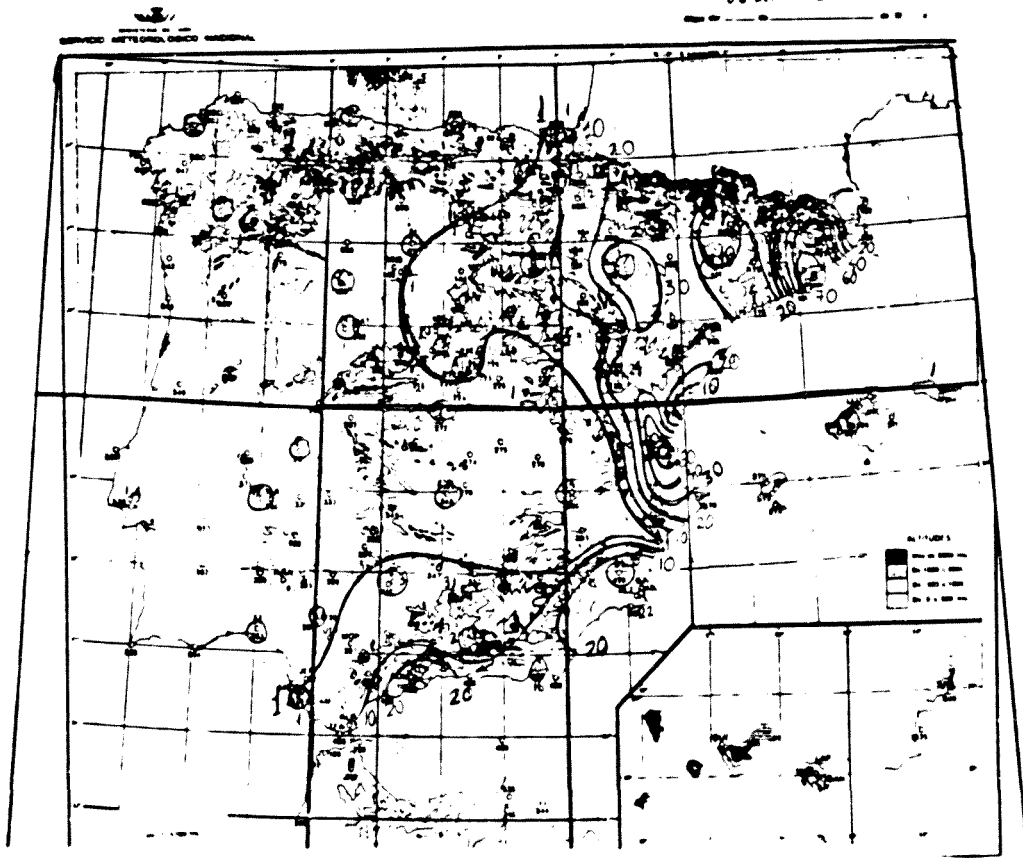


Fig.IV.3.1. Distribución de la lluvia el día 6 de Noviembre de 1983

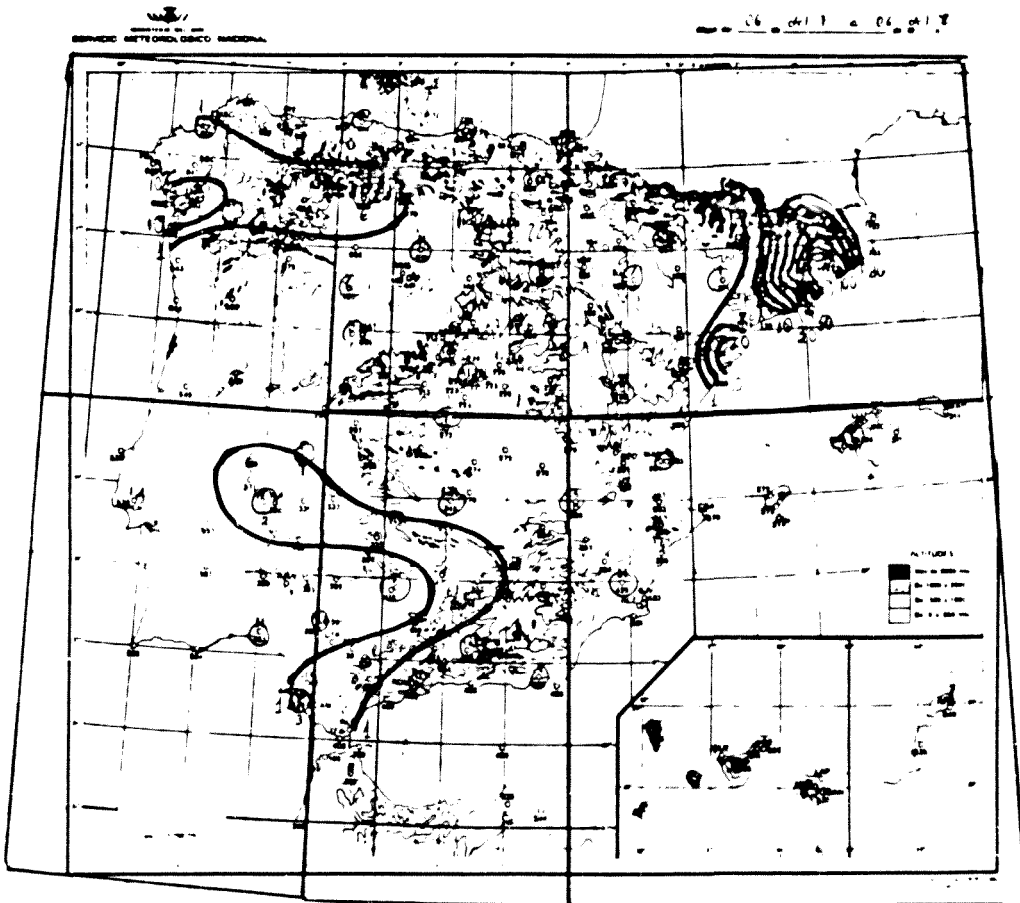


Fig.IV.3.2. Distribución de la lluvia el día 7 de Noviembre de 1983

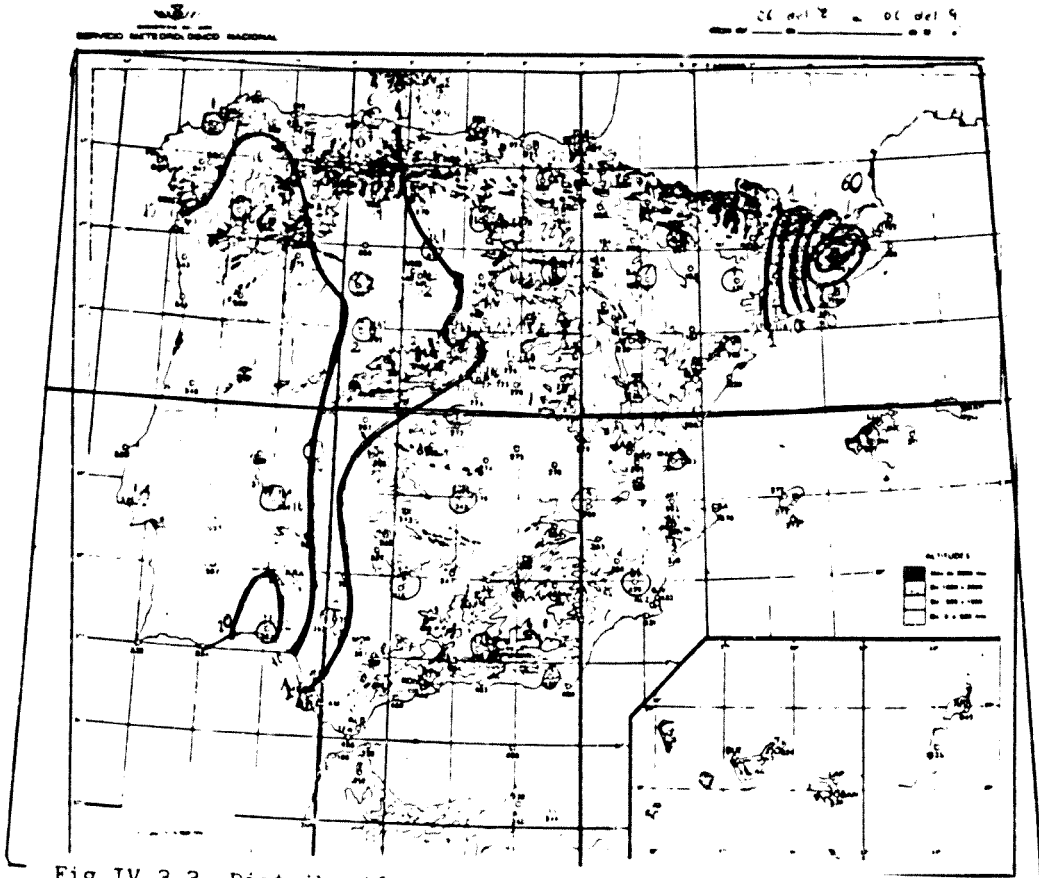


Fig.IV.3.3. Distribución de la lluvia el día 8 de Noviembre de 1983

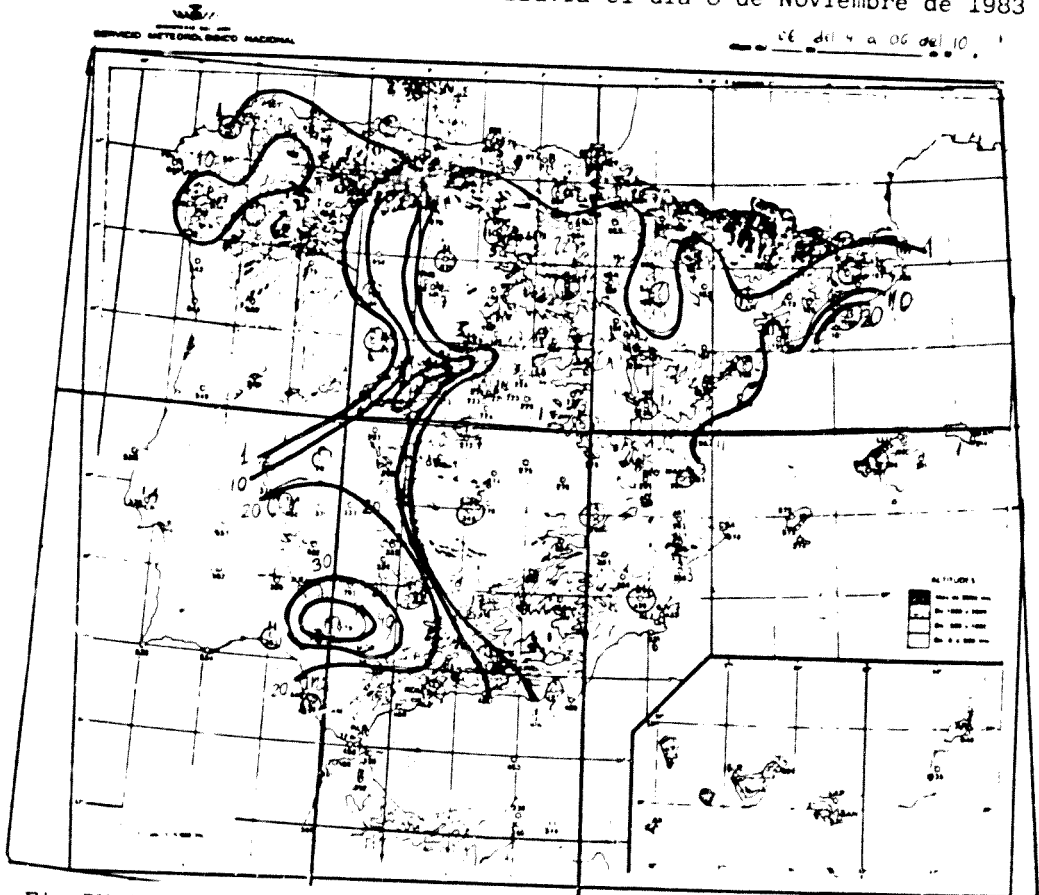


Fig.IV.3.4. Distribución de la lluvia el día 9 de Noviembre de 1983

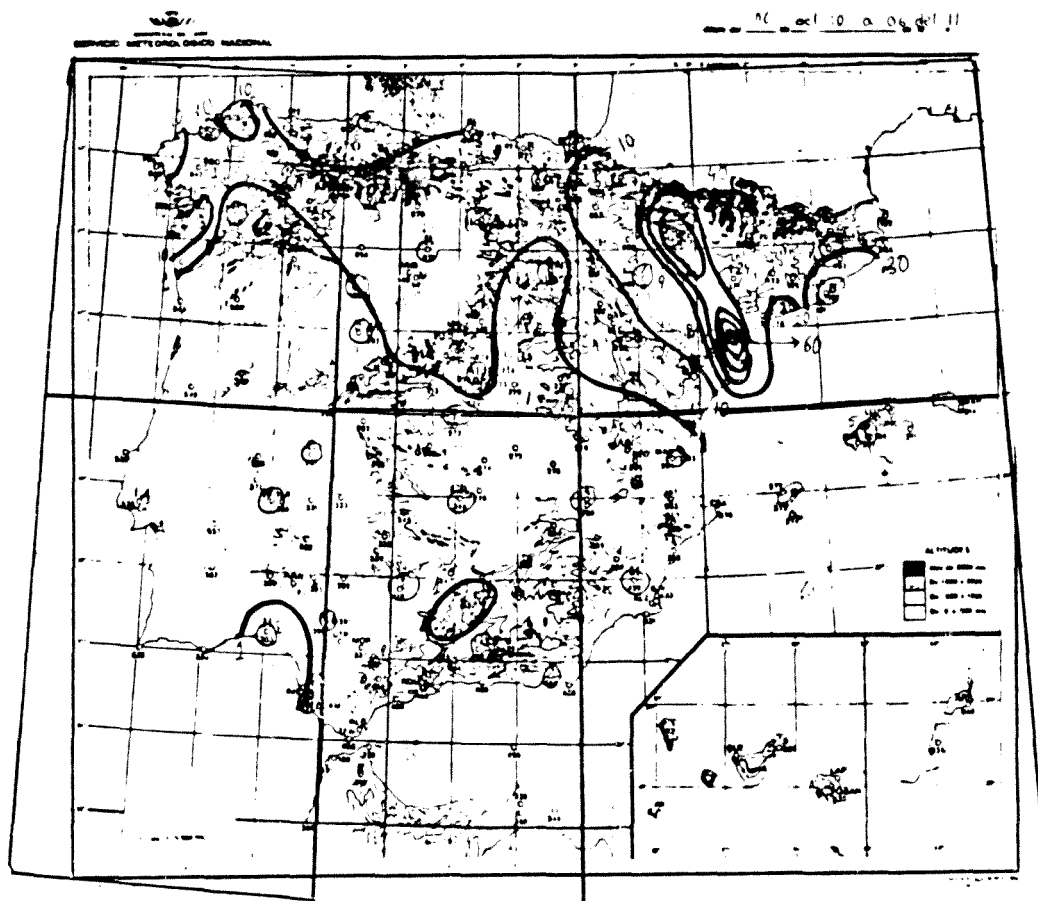


Fig.IV.3.5. Distribución de la lluvia el día 10 de Noviembre de 1983

taciones más cuantiosas en Cataluña y Levante. Aunque los días 7 y 8 llovió en diversas zonas de la Península sólo se superaron los 25 mm en Cataluña. El día 9 llovió en casi todas las estaciones, correspondiendo las máximas cantidades a Andalucía Occidental, en donde se alcanzaron los 40 mm, mientras que el día 10 se recrudecieron las lluvias en Cataluña y Aragón, con 62 mm en Tortosa (figs.IV.3.1-IV.3.5).

Aunque en algunos lugares de Cataluña ya se registraron lluvias débiles en la mañana del día 6, el episodio puede darse por iniciado en las últimas horas de la tarde de ese día.

La distribución de la lluvia en Cataluña, representada en las figuras IV.3.6 a IV.3.9 (el día 9 no se incluye dado su escaso interés) muestra el día 6 un máximo en el Vallés Occidental (Tarrasa, 220 mm) y otros dos núcleos

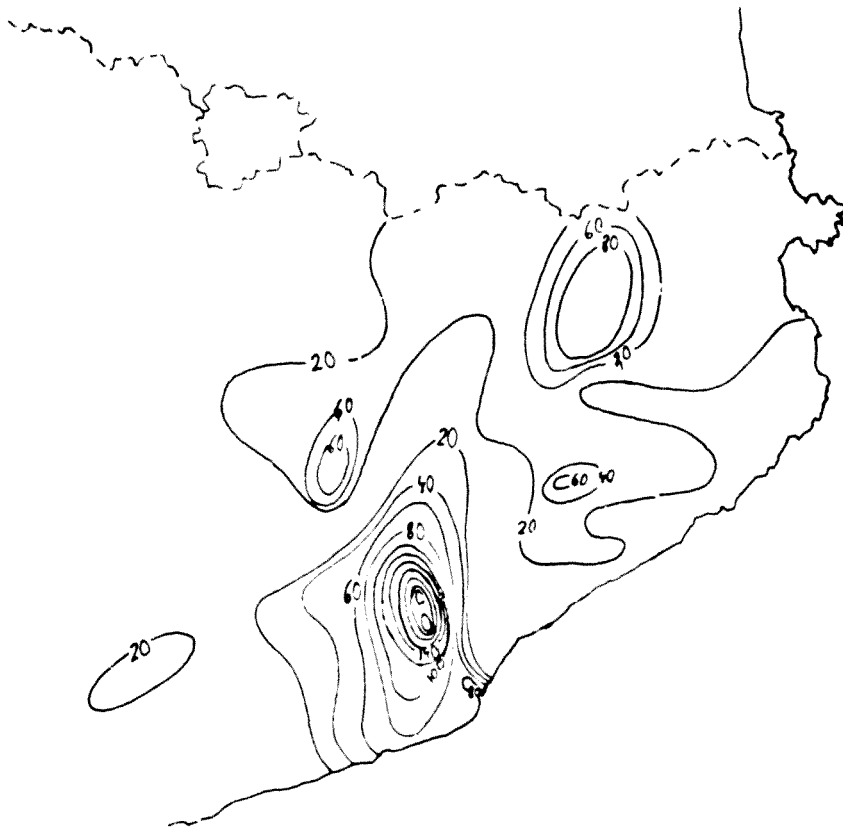


Fig.IV.3.6. Isoyetas del día 6 de Noviembre de 1983

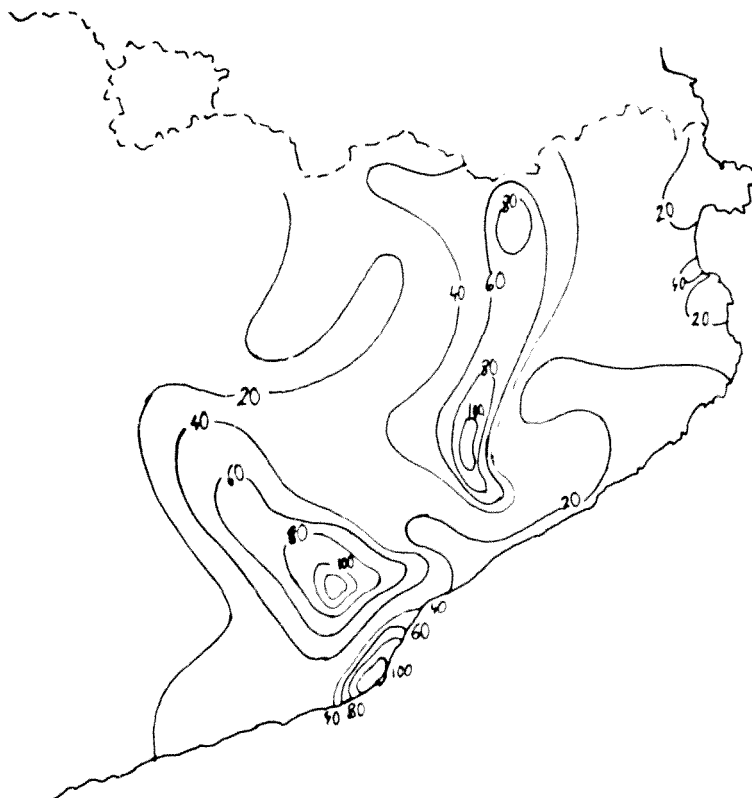


Fig.IV.3.7. Isoyetas del día 7 de Noviembre de 1983

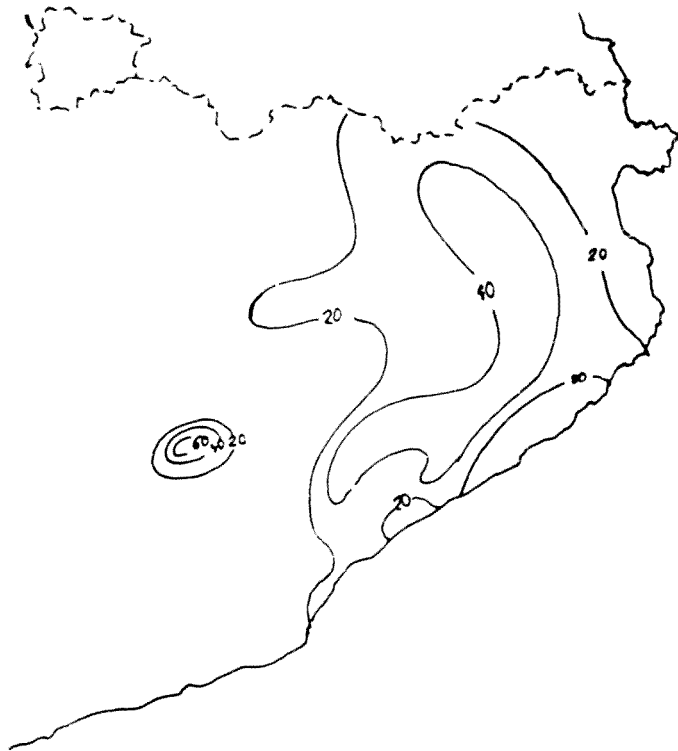


Fig.IV.3.8. Isoyetas del día 8 de Noviembre de 1983



Fig.IV.3.9. Lluvia recogida entre los días 6 y 8 de Noviembre de 1983

importantes en el Baix Llobregat (Begas, 94 mm) y en La Garrotxa (Castellfollit de la Roca, 94 mm). El día 7 se conserva esta distribución (Rubí, 120 mm; El Prat, 101,7 mm; Castellfollit, 87,4 mm) en tanto se pronuncia el núcleo del Montseny (Turó de l'Home, 105,5 mm). El día 8 sólo se superan los 60 mm en Manresa. Tanto el análisis de estos tres días como la representación de la lluvia total registrada en dicho periodo muestran que no hubo traslación de los máximos pluviométricos a lo largo del episodio, lo que indica que los factores locales desempeñaron un papel decisivo. Más adelante, tras discutir la situación meteorológica se justifica esta distribución.

La información proporcionada por la red de pluviómetros instalados por la Cátedra de Física del Aire en la Facultad de Físicas, los observatorios Fabra y Putxet, la calle Petritxol y Montjuich, indica que se trató de lluvia convectiva más intensa en la zona próxima al mar. Así, en Montjuich y la Facultad la intensidad media entre la 1 y las 4 de la madrugada del día 7 fue de 4 mm/min, mientras que en el Casco Antiguo se alcanzaron los 6 mm/min. En la tabla expuesta a continuación se indica la precipitación recogida en este día así como la duración total de la lluvia (se registraron chubascos durante todo el día)

Tabla IV.3.1

Estación	R (mm)	t(h)
Facultad	123,6	7,9
Petritxol	115	8,7
Montjuich	153	8,3
Fabra	60,2	5,8
Putxet	111	9,5

El día 10 (fig.IV.3.10) las precipitaciones tuvieron un origen completamente diferente. Esto se observa en la propia configuración de las isoyetas. Aunque no fueron muy cuantiosas, su efecto perjudicial estribó en <sup>que</sup> fueron inmediatamente posteriores a unas lluvias muy intensas, no dando tiempo a la evaporación y absorción del agua por el suelo.

#### IV.3.3 Análisis de la situación sinóptica

El análisis de la situación sinóptica muestra pocos aspectos relevantes. En las figuras IV.3.11a a IV.3.11g se representan los análisis en superficie,





Fig.IV.3.10. Isoyetas del día 10 de Noviembre de 1983

a las 12 TMG; en las figuras IV.3.12a a IV.3.12g, los correspondientes a 500 hPa ; en las figuras IV.3.19a a IV.3.19+ se muestra esquemáticamente la distribución del aire húmedo, seco, cálido, frío, las líneas de igual depresión del punto de rocío, el viento y los ejes de la loma o del surco cuando éstos existen o quedan dentro de la zona representada (el código seguido y el criterio que permite diferenciar el aire húmedo,..., son los mismos que en el episodio de Noviembre de 1982). Por último, en las figuras IV.3.13 a IV.3.18 se presentan las imágenes proporcionadas por el satélite Meteosat.

El día 4 se sitúa una depresión en el Golfo de Cádiz que se prolonga hasta el día 6 a las 12 TMG. Se trata de una depresión fría que se extiende hasta 300 hPa.

El día 5 a las 00 TMG un frente frío penetra en la Península en direc-

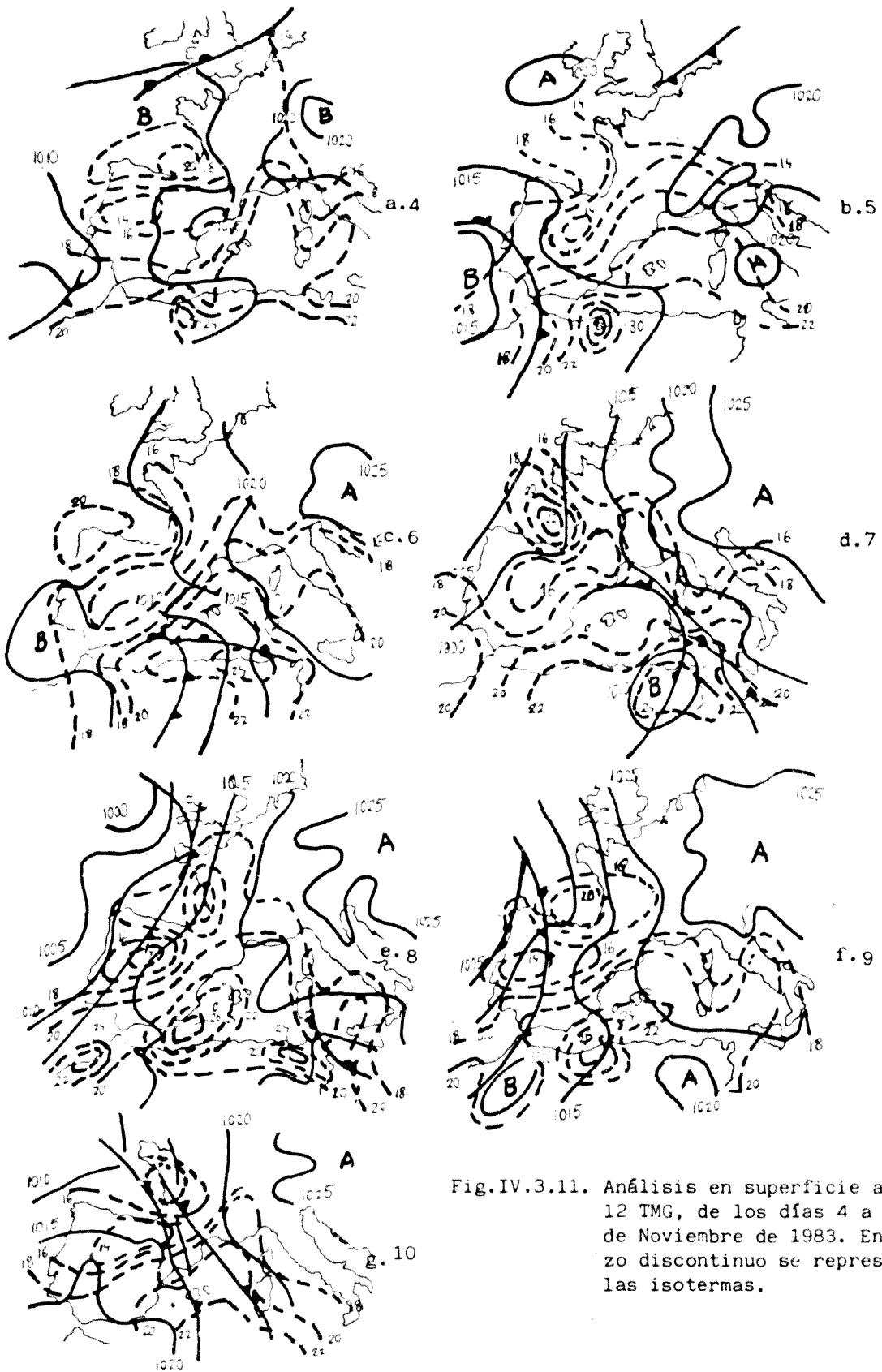


Fig.IV.3.11. Análisis en superficie a las 12 TMG, de los días 4 a 10 de Noviembre de 1983. En trazo discontinuo se representan las isotermas.

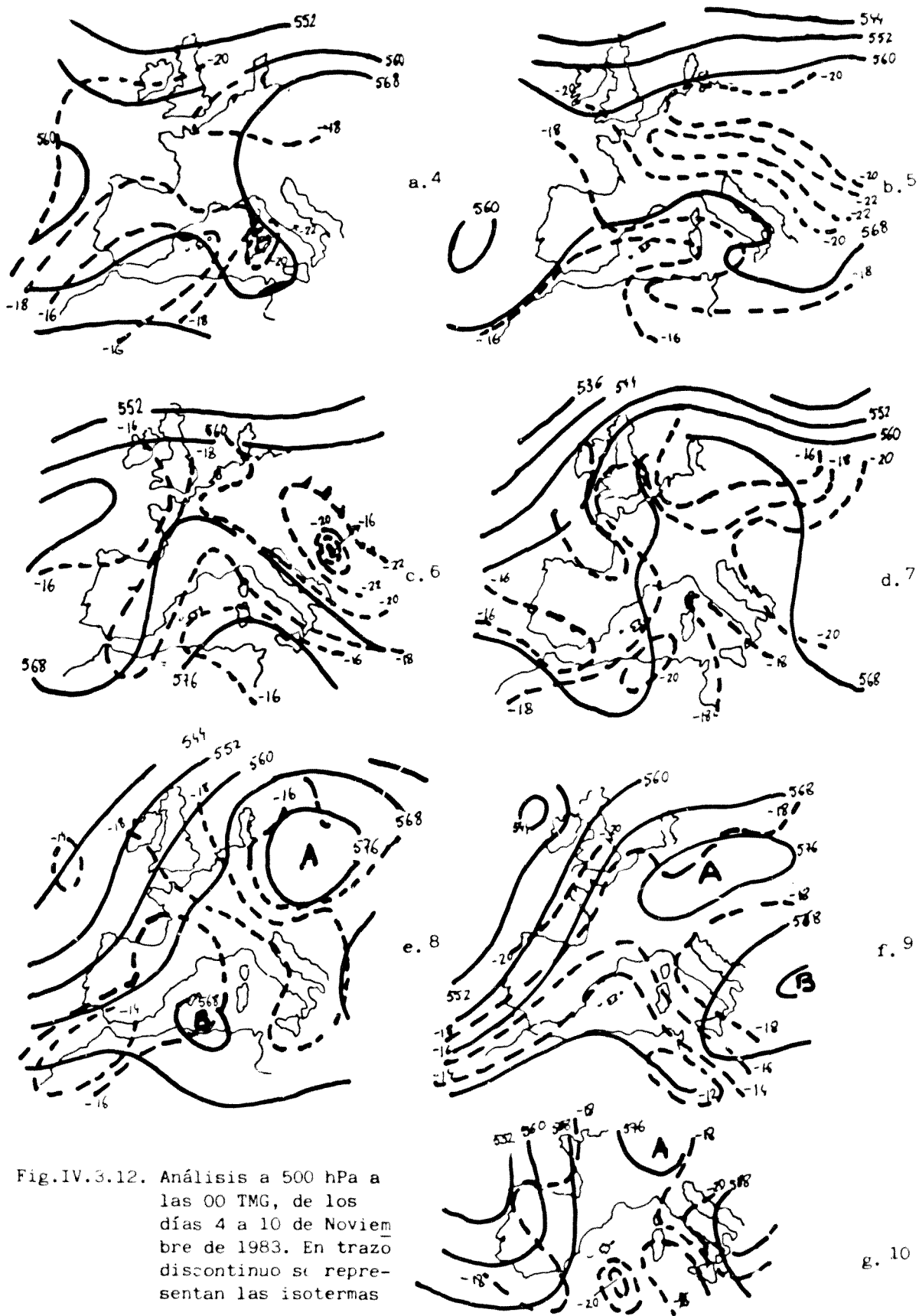


Fig.IV.3.12. Análisis a 500 hPa a las 00 TMG, de los días 4 a 10 de Noviembre de 1983. En trazo discontinuo se representan las isotermas

g. 10

suroeste. Este día las lluvias registradas en Cataluña no superan los 5 mm, recogiendo la máxima precipitación en Valencia, con 37 mm. En el centro de Europa se sitúa un débil anticiclón que sólo se detecta hasta 850 hPa. Obsérvese el núcleo de aire muy cálido formado en el Norte de Marruecos.

El día 6 se forma un frente cálido sobre el Mediterráneo asociado a la depresión del Golfo de Cádiz. La onda frontal avanza hacia el norte del Mediterráneo con una velocidad de 25 km/h, quedando la parte occidental del mismo prácticamente cubierta de nubes. En la imagen del Meteosat se observa la formación de cumulonimbos sobre Cataluña y Levante, mientras que en Andalucía todavía queda algún residuo. Los datos de superficie corroboran que el cielo estuvo cubierto de nubes bajas (Cu, Sc, Fc, Fs) y medias (Ac, As) todo el día en Cataluña. Tanto los observatorios Fabra como Turó de l'Home estuvieron inmersos en nubes desde el día 6 hasta el 9. La configuración de isoyetas concuerda perfectamente con todas estas observaciones.

Tras el frente, el aire es muy cálido a todos los niveles. En superficie se alcanzan los 25° C en el norte de Argelia.

A 300 hPa se forma un ramal secundario del chorro que rodea la Península y da vientos fuertes del Suroeste sobre la costa mediterránea española. A 500 hPa hay una entrada de aire húmedo en el Mediterráneo, procedente del Atlántico. A 700 hPa el aire es bastante seco sobre el sector N del citado mar, siendo más húmedo en el norte de Argelia y Mallorca. Esto indica una entrada de aire atlántico, factor que también se observa a 850 hPa.

El día 7 el frente ocluido alcanza el norte del Mediterráneo. La imagen del Meteosat muestra sobre Cataluña bastante nubosidad, pero no parecen existir cumulonimbos a la hora en que fue realizada. Los partes en superficie verifican la presencia en Barcelona de cumulonimbos durante todo el día, mientras que la nubosidad en las restantes estaciones es análoga a la del día anterior. Obsérvese en la imagen del Meteosat unos pequeños CCM sobre el Mediterráneo Occidental.

La precipitación, débil, que este día se registró en el oeste de la Península fue debida a la aproximación de un frente frío.

El anticiclón situado en el centro de Europa se ha reforzado extendiéndose hasta 200 hPa. En Mallorca y Argelia tanto la temperatura como el geopotencial a 500 hPa han disminuido. A 850 hPa hay una entrada de aire seco por el Mediterráneo que ya se había iniciado el día anterior a las 12 TMG y que parece alcanzar Cataluña, mientras que sobre gran parte de la Península el ai



Fig.IV.3.13. Imagen del Meteosat del día 5 de Noviembre de 1983 a las 1030 TMG

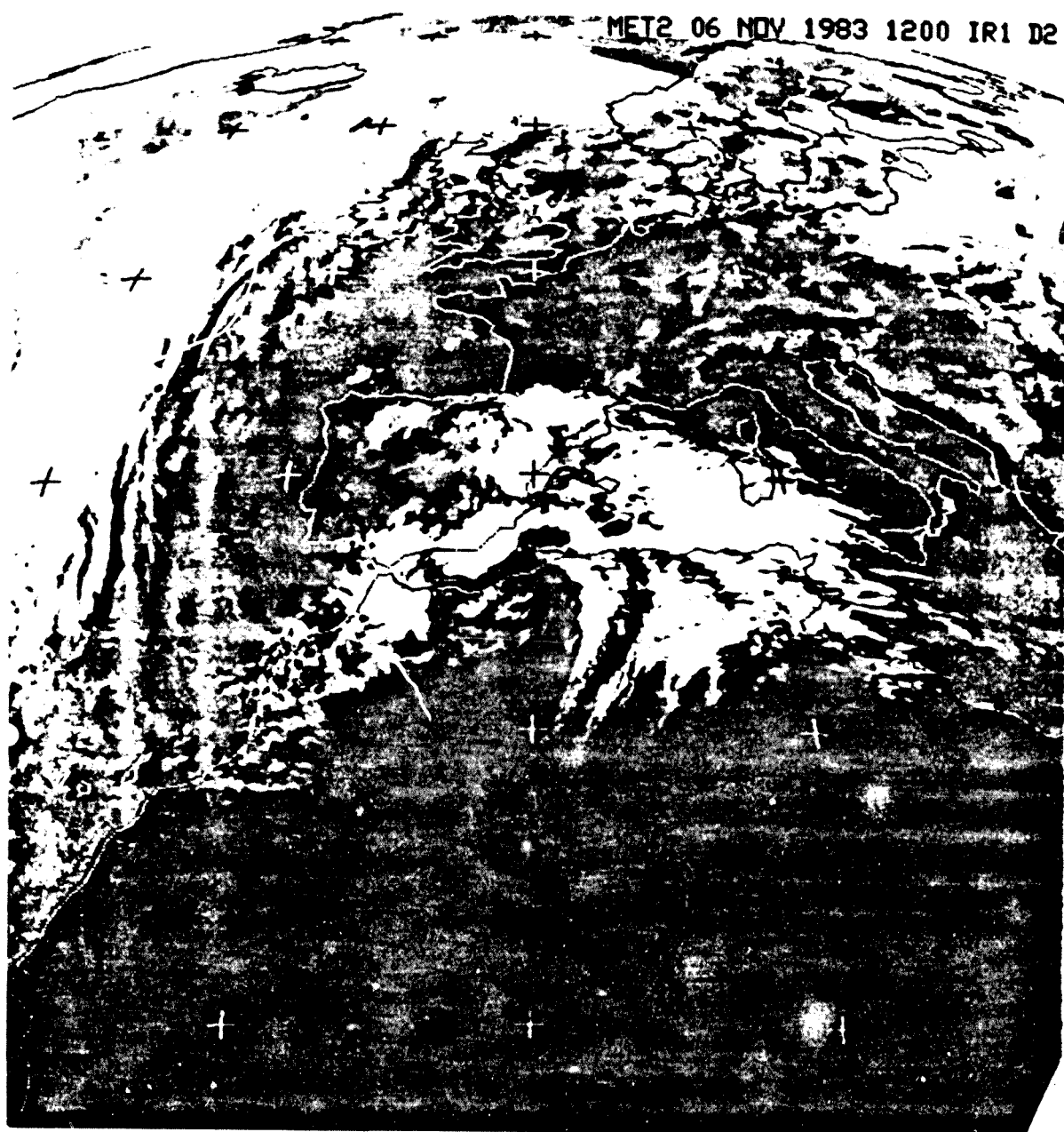


Fig.IV.3.14. Imagen del Meteosat del día 6 de Noviembre de 1983 a las 1200 TMG

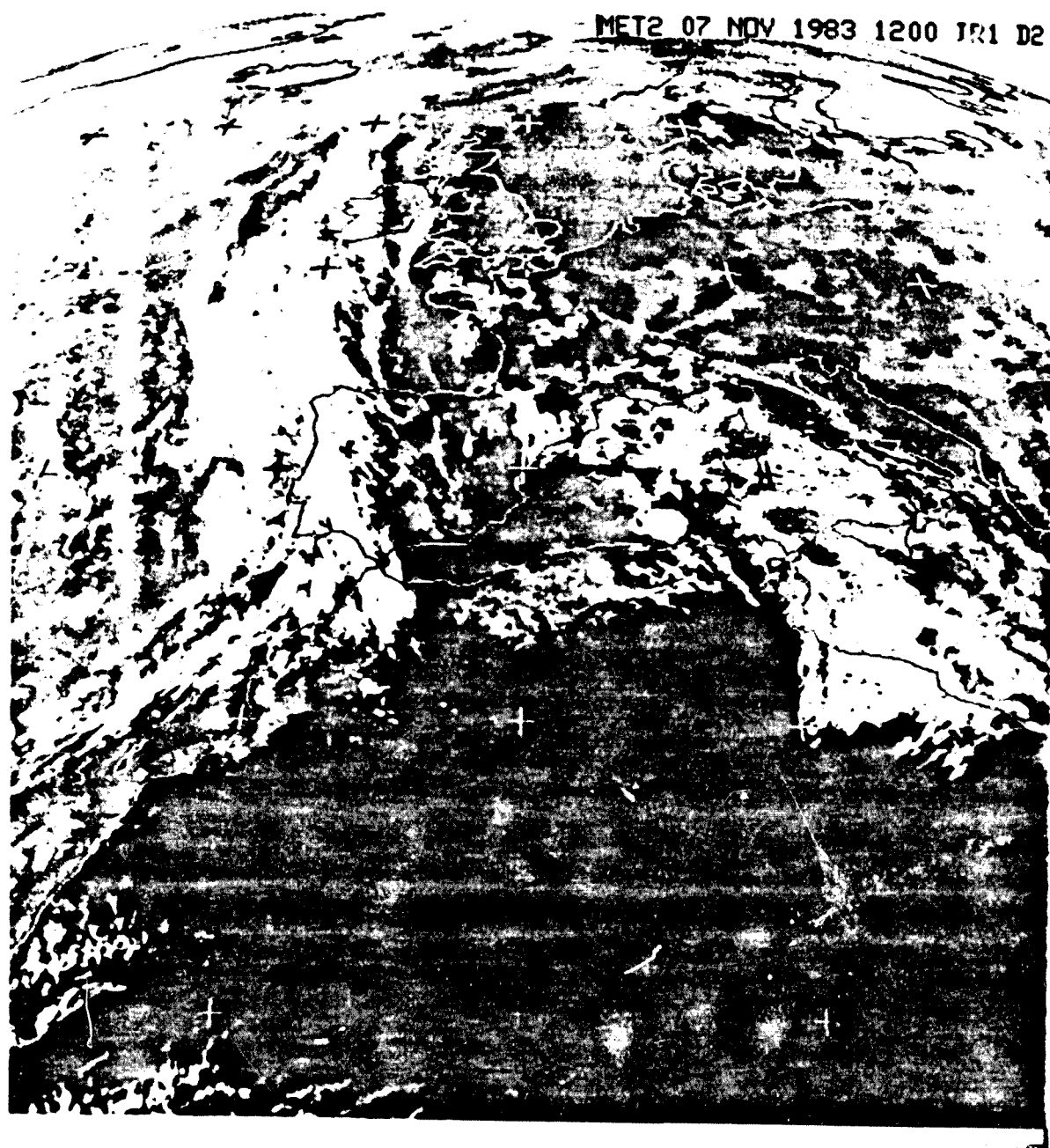


Fig.IV.3.15. Imagen del Meteosat del día 7 de Noviembre de 1983 a las 1200 TMG



Fig.IV.3.16. Imagen del Meteosat del día 8 de Noviembre de 1983 a las 1200 TMG



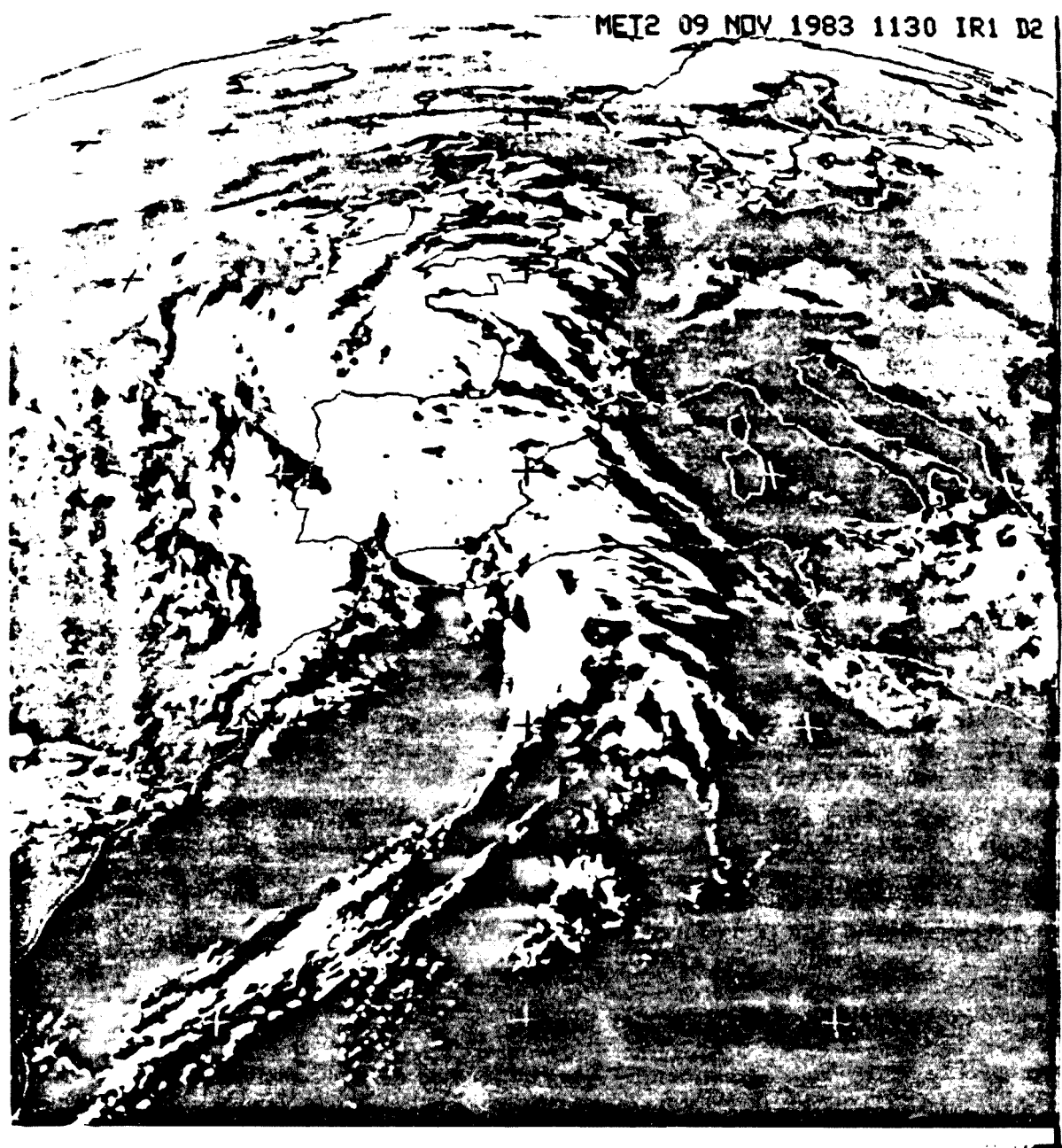


Fig.IV.3.17. Imagen del Meteosat del día 9 de Noviembre de 1983 a las 1130 TMG



Fig.IV.3.18. Imagen del Meteosat del día 10 de Noviembre de 1983 a las 1100 TMG

re es húmedo.

Aunque sólo se dispone de algunos datos de temperatura sobre el mar y de la superficie de éste, es interesante señalar los altos valores registrados. En general la temperatura del aire supera los 20° C en tanto que la de la superficie suele ser ligeramente inferior, con excepción de algunos puntos del mar de Alborán, la costa argelina y la murciana. En estos dos últimos casos se alcanzan los 28 y 28,5° C, valores extraordinarios para esta época del año, que de ser ciertos, indicarían la existencia de una intensa evaporación.

Aunque el día 8 siguió lloviendo en Cataluña, la imagen del Meteosat apenas revela la existencia de nubes sobre la región. Persiste el anticiclón en el este de Europa mientras que la baja se ha debilitado. A las 00 TMG el frente ocluido sigue permaneciendo frente a la costa catalana. Con excepción de la costa africana la temperatura de la superficie del mar ha disminuído.

El día 9 la perturbación asociada al frente frío afectó a toda la Península, mientras que el frente ocluido se trasladó hacia el sureste. Permanece el anticiclón sobre gran parte de Europa y una baja relativa, bastante profunda, se aproxima por el noroeste de Galicia. Lluve en toda la Península registrándose las máximas precipitaciones en Andalucía, donde se forman cumulonimbos.

El análisis del día 10 muestra dos frentes fríos de tal forma que Cataluña queda comprendida entre ambos. Se desarrolla una franja nubosa dirigida desde el Golfo de Vizcaya hasta Mallorca, produciéndose intensas precipitaciones en Huesca y Tortosa (es probable que los dos frentes se hayan dibujado para justificar este análisis).

Es importante destacar que mientras los días 6,7 y 8, las lluvias fueron debidas a una invasión de carácter principalmente mediterráneo, los días 9 y 10 fueron fundamentalmente de origen atlántico. El episodio se puede dar por acabado el día 11 en el que sólo se registran lluvias apreciables en Andalucía y Galicia.

El viento fue en todo momento muy flojo. Los días 4 y 5 fue del N en superficie, del SE por debajo de 500 hPa y del W por encima de dicho nivel. El día 6 a las 12 TMG el viento en superficie viró adquiriendo componente NNE-E, dirección que se mantiene hasta el día 9 en que se pone del E. Sin embargo, el parte en superficie del Montseny indica viento del E durante todo el episodio (fig. IV.3.25), e incluso del Sureste hacia el final del mismo, componen-

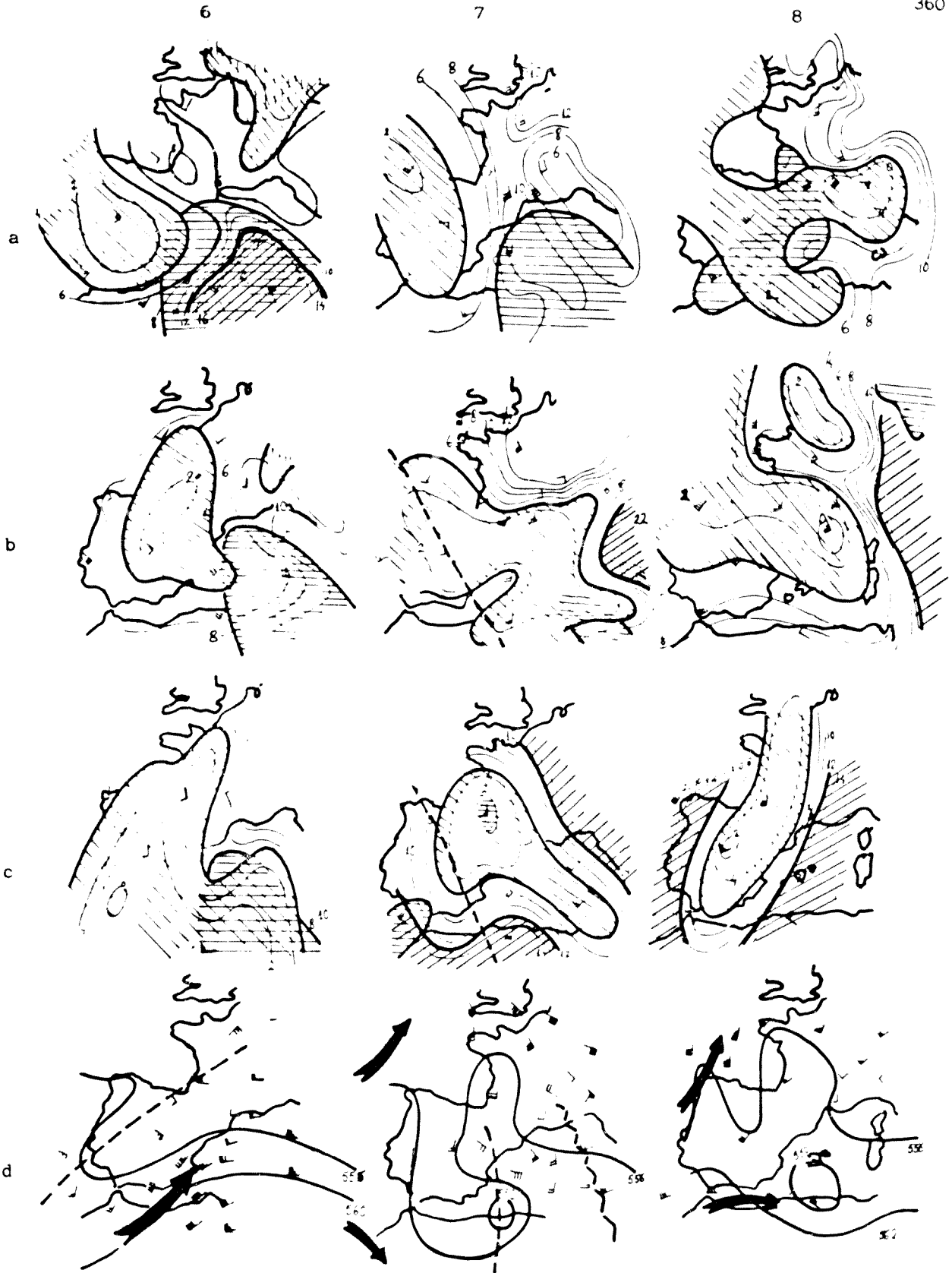


Fig.IV.3.19. Situación esquemática de los días 6, 7 y 8 de Noviembre de 1983 a las 00 TMG, a 850 (a), 700 (b), 500 (c) y 300 hPa (d). En éste último se incluyen algunas isohipsas de la topografía relativa. El criterio utilizado es el mismo que el del episodio de 1982. Se representan las líneas de igual depresión del punto de rocío.

Aire cálido  
  Aire frío  
  Aire seco  
  Aire húmedo

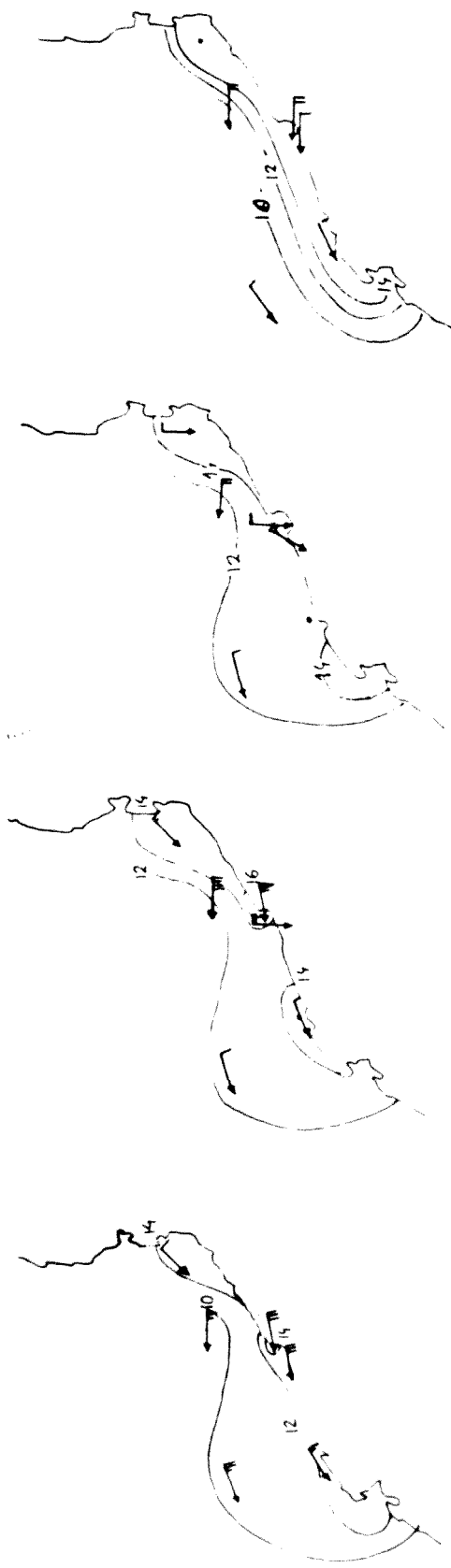


Fig.IV.3.20. Temperatura del punto de rocío a las 13 TMG del día 6 (a), 7 TMG del día 7 (b), 18 TMG del día 7 (c) y 7 TMG del día 8 (d), Noviembre de 1983

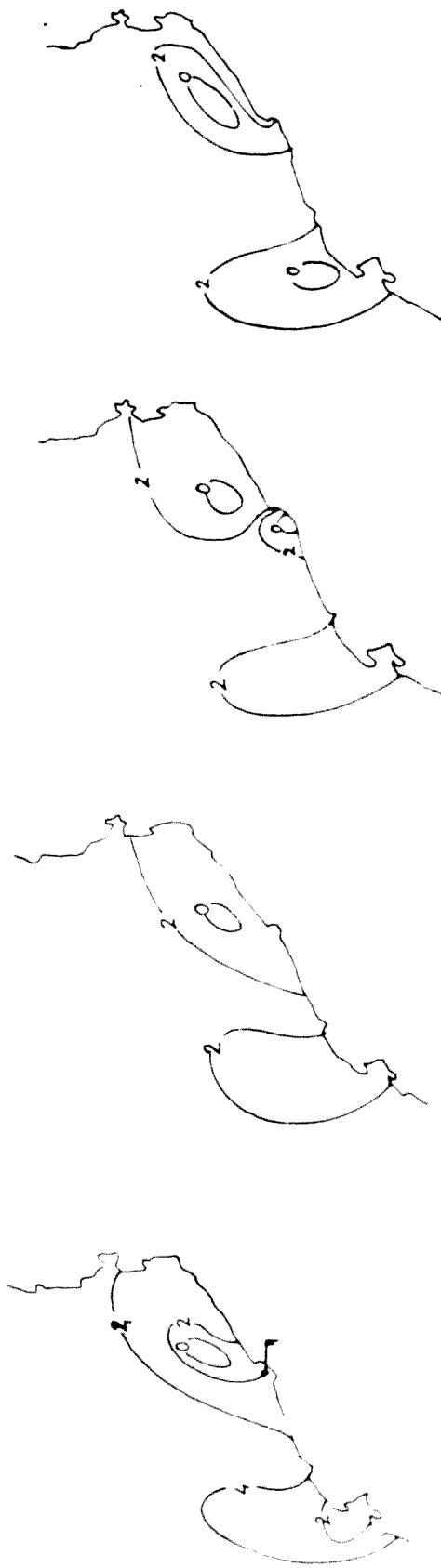


Fig.IV.3.21. Depresión del punto de rocío a las 13 TMG del día 6 (a), 7 TMG del día 7 (b), 18 TMG del día 7 (c) y 7 TMG del día 8 (d). Noviembre de 1983

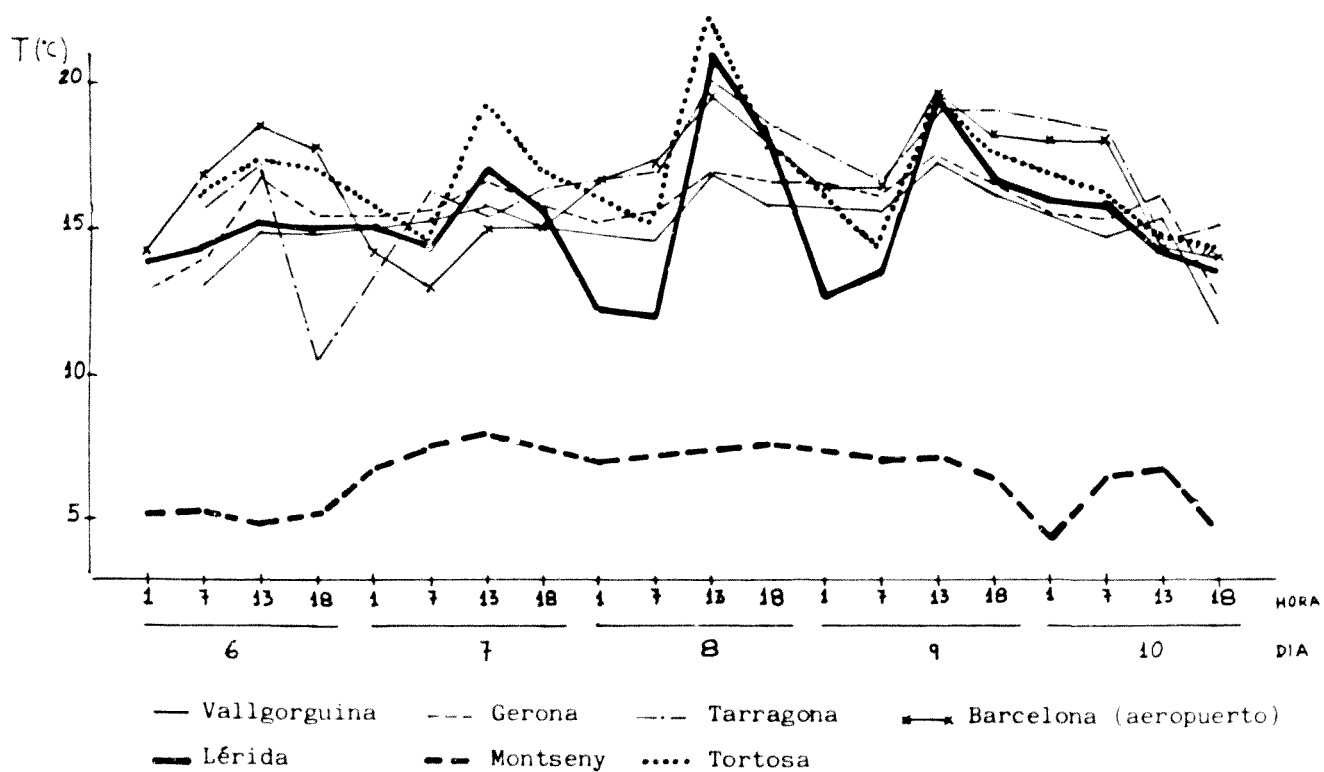
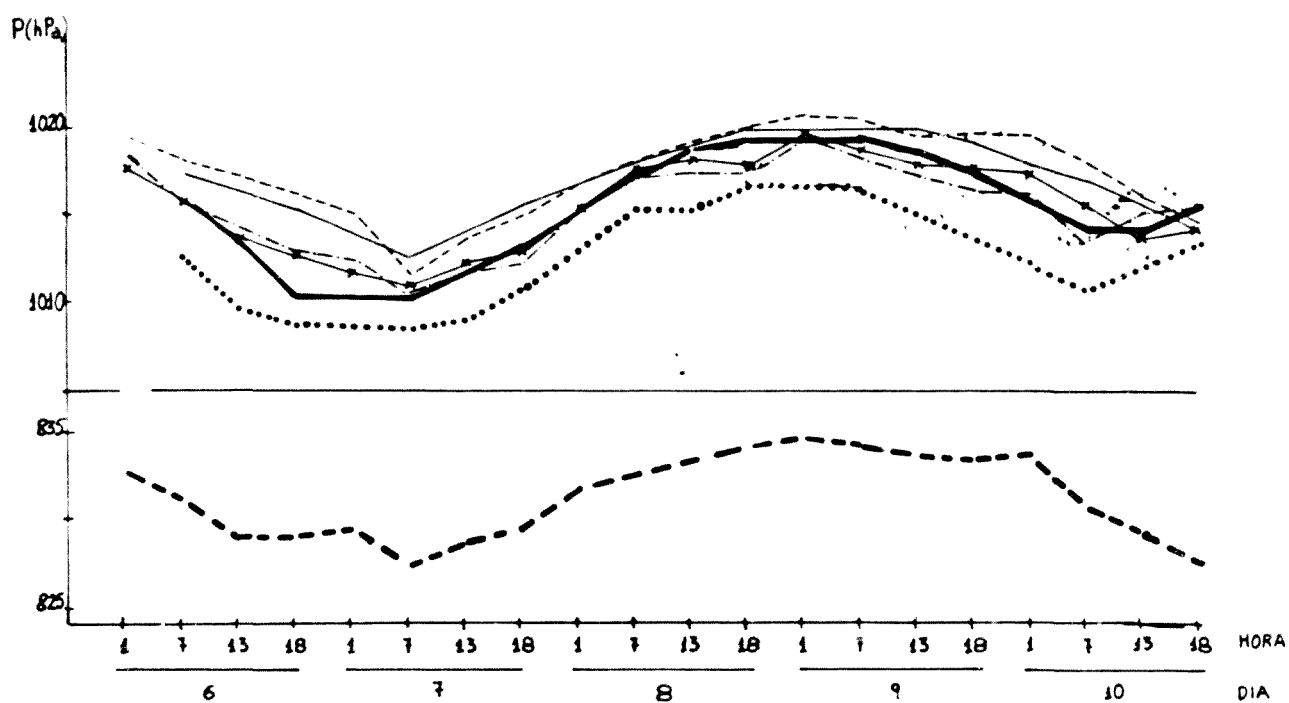


Fig.IV.3.23. Evolución de la temperatura a lo largo del episodio

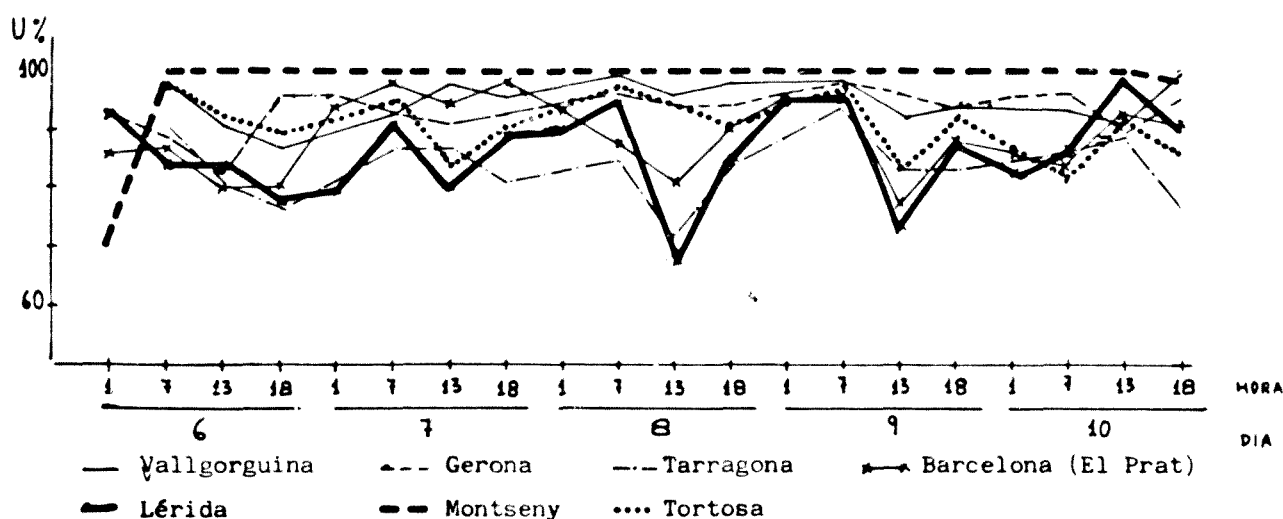


Fig.IV.3.24. Evolución de la humedad relativa a lo largo del episodio

y Gerona, lo que no concuerda con las observaciones de Maddox (loc.cit.) para Estados Unidos, según las cuales los valores más altos de  $tt_{d,d}$  se hallarían en las zonas en que la lluvia fue superior.

#### IV.3.5. Análisis de la información obtenida a partir de los radiosondeos de Palma

##### a. Indices de estabilidad

Exceptuando el SWEAT INDEX, todos los restantes índices presentan la máxima inestabilidad el día 7 que coincide con la plenitud del episodio. Analizando su evolución se observa, tanto para el LI como para el SI, un aumento de la inestabilidad desde el día 5 hasta el 7 a las 12 TMG, para luego decrecer hasta el día 9 (fig.III.6.4). El resultado es análogo para el KI, si bien el valor más alto se alcanza el día 6, aunque con escasa diferencia del día 7 (fig.III.6.3). El aumento y posterior descenso a partir del día 7 queda bien patente en la evolución del índice de totales (fig.III.6.2). En cuanto al SWI, los valores más altos son para los días 5 y 6, lo cual discrepa claramente con los restantes índices (fig.III.6.1). Esto simplemente es debido a la variación de la dirección del viento, factor decisivo en el

cálculo de dicho índice.

b. Humedad relativa

El análisis de la distribución de humedad relativa con la altura proporciona resultados muy interesantes que merecen discutirse en detalle (figs. III.6.11 a III.6.16).

La capa más húmeda no es la situada junto al suelo, sino entre 950 y 900 hPa por término medio. Esto, si bien ya sucede en el sondeo medio mensual (Ramis, 1976) de las 12 TMG (aunque en ese caso el aumento de humedad se produce más arriba), difiere del sondeo medio mensual de las 00 TMG para el que la humedad decrece con la altura en la troposfera media y baja. Esto podría explicarse atendiendo a un fuerte calentamiento del suelo.

La humedad en superficie en los sondeos de las 00 TMG coincide prácticamente con la media; es decir, está entre un 80 y 85%. En cambio, la de las 12 TMG, que es de un 32 % en el sondeo medio, es en todos los casos superior al 60 %, rebasando el día 6, el 80 %, lo que puede explicarse a partir de una evaporación superior a la normal.

Inmediatamente encima del estrato de mayor humedad antes mencionado se produce un decrecimiento brusco de la misma, muy marcado los días 7 y 9. Exceptuando este último día, la humedad vuelve a aumentar más arriba. Esto podría ser debido a una ligera subsidencia debida a la presencia del anticiclón europeo y a un cambio del flujo en altura, el día 9, que pasa a ser del W. (tanto el día 8 como el 9 el viento en la alta troposfera supera los 50 kt).

A excepción del día 6 a las 12 TMG en que la humedad es mayor en la práctica totalidad del sondeo, en los restantes casos se observa que la humedad es por debajo del nivel de 600 hPa, superior a la media, e inferior por encima del mismo. A medida que transcurre el episodio el aire más seco desciende, siendo la humedad el día 9, inferior a la media por encima de 800 hPa. En este caso el factor principal es la subsidencia.

c. Masa de agua precipitable

Comparando la masa de agua precipitable con su valor medio men-



sual, el cociente resulta ser siempre superior al 100 %. Como en las figuras III.6.29 y III.6.30 se observa, el porcentaje aumenta, alcanza un valor máximo y luego decrece. En el caso de las 00 TMG, el máximo corresponde al día 7, en tanto que a las 12 TMG es el día 6, con un 138 % y un 155 % respectivamente, valores inferiores a los de 1982.

En cuanto a la variación del porcentaje con la altura, los valores más altos se registran, bien entre 1000 y 850 hPa, bien entre 850 y 700 hPa, dándose el más alto el día 6 a las 12 TMG en la primera capa mencionada con 175 %. A medida que transcurre el episodio disminuye la cantidad de masa de agua precipitable.

La máxima cantidad de agua precipitable alcanzada es de 25,4 mm (corregida de presión) y la mínima, de 19,22 g/kg.

#### d. Temperatura

Entre 1000 y 500 hPa es en general superior a la media, salvo los días 7 y 8 a las 12 TMG en que por encima de 700 hPa es inferior. La máxima diferencia se da el día 7 a las 00 TMG en que la sobrepasa en 6,6° C a 1000 hPa. Los días 5, 6 y 7 el aire es, a 300 hPa, más frío de lo normal con una diferencia máxima de 2,1° C. Evidentemente todo ello favorece el desarrollo de una fuerte inestabilidad.

Asimismo se aprecia una evolución creciente de la temperatura en superficie hasta el día 7 en que alcanza 22° C a las 12 TMG. Los días 8 y 9 apenas disminuye. (Fig.III.6.31)

#### e. Presión en superficie

Como muestra la figura III.6.32, empieza a disminuir el día 6 a las 12 TMG para volver a crecer a partir del día 8, aunque el valor más bajo que alcanza (1004 hPa) representa una disminución mucho menos importante que en las inundaciones de 1982.

#### f. Viento

Del día 5 al día 7 domina por debajo de 950 hPa viento de componente E-NE, en tanto hasta 850 hPa es del SE durante todo el episodio. En la troposfera media y alta, durante los días 5 y 6 se tiene viento predominantemente del WSW, sustituido el día 7 por viento del SE. 36 horas después vuelve a dominar la componente W. En general se

trata de viento muy flojo. Obsérvese que el cambio de dirección se produce principalmente entre 850 y 700 hPa.

g. Inestabilidad de estratificación

Como se observa en la figura III.6.41, la inestabilidad condicional y convectiva llega el día 7 a extenderse a casi toda la troposfera. La elevación necesaria para que se produzca la inestabilización por ascenso en bloque no supera los 500 m en la capa próxima al suelo en la que además existe inestabilidad condicional, cuando no inestabilidad absoluta. Un ascenso de 1500 m permitiría la inestabilización de la troposfera media y baja.

Estas características ya empiezan a darse el día 6 a las 12 y aunque no en una forma tan preponderante, continúan los días 8 y 9. En la tabla IV.3. se indican los ascensos mínimos necesarios para que se produzca la inestabilización de los estratos que presentan inestabilidad convectiva.

h. Diagramas de masa de aire

Tanto los diagramas de masa de aire representados en las figuras III.6.37a a III.6.37l como el corte temporal de la figura IV.3.2 corroboran las observaciones anteriores. El día 5 en la troposfera media se observa una masa de aire con divergencia bajo la que se sitúa una masa  $C_c$  muy húmeda. 24 horas después el diagrama es el característico  $k_d$ , propio del borde de un anticiclón. Hay una marcada inversión de subsidencia que impide el desarrollo vertical de los cúmulos, cuya cima apenas alcanza los 900 hPa. El aire es muy cálido y húmedo en superficie, característica que se prolongará hasta el día 7 a las 12 TMG. Sobre la inversión se tiene aire cálido y seco.

El día 7 la inversión se halla cerca de 850 hPa. A partir de 700 hPa la temperatura ha disminuído con respecto al día anterior, mientras que por debajo ha aumentado debido a la penetración de aire cálido del Sur. Como consecuencia del enfriamiento y aunque el aire sigue siendo húmedo, la temperatura potencial del termómetro húmedo disminuye, con lo cual se tiene en los primeros 1500 m un notable gradiente de  $\theta'$ . En toda la troposfera media y superior  $\theta'$  no supera los  $14^\circ \text{C}$ , tratándose de una masa del tipo  $k_m$  si bien con una ligera convección en su seno. Por debajo de 750 hPa se halla la masa  $k_d$ .

Tabla IV.3.2

DIA	HORA	ESTRATO (Pa)	ALTURA MINIMA (m)
5	00	991-932	440
		932-899	260
		855-850	400
		685-635	650
	12	927-906	150
		906-850	150
		850-814	300
		782-728	580
		728-700	1010
		653-604	1000
6	00	1000-924	470
		812-780	700
		780-700	740
		700-669	420
	12	1000-944	430
		944-924	320
		924-917	740
		917-848	860
		848-802	1250
		802-700	1200
7	00	1004-917	380
		917-885	320
		885-872	1550
		872-866	1050
		866-850	1230
		850-775	1230
		775-700	560
		700-638	460
	12	638-613	310
		400-333	1120
		281-275	1150
		991-932	470
		932-913	270
		913-901	900
		901-890	1530
		850-739	1160
8	00	739-723	530
		723-700	970
		700-620	450
		620-577	850
		577-563	1740
	12	890-872	390
		872-866	1000
		800-720	380
		720-700	420
		667-629	400
9	00	616-590	700
		567-534	900
		1000-958	650
		958-924	450
		924-850	310
	12	850-715	470
		715-700	930
		680-665	950
		651-637	1680
		533-500	1270
9	00	1015-1000	390
		1000-905	430
		850-850	450
		850-819	910
		819-772	1200
	12	772-710	1120
		660-593	1940
		1000-956	820
		925-850	410
		850-828	700
9	12	818-801	1580
		801-761	1790
		680-620	1560

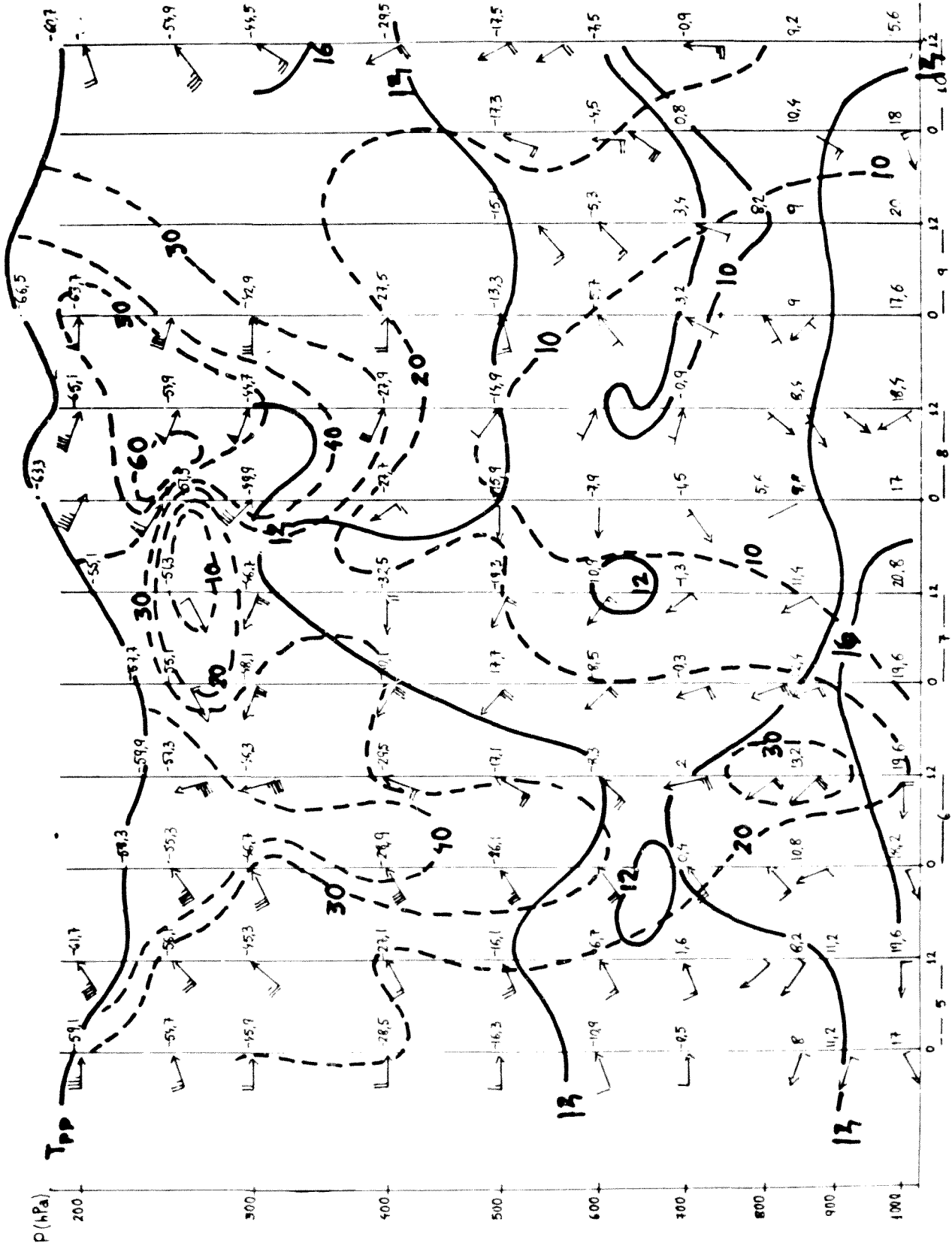


Fig. IV.3.25. Corte vertical de la troposfera en Palma. Evolución a lo largo del episodio. — Isobatas — Líneas de igual  $\theta'$ . A la derecha se inscribe la temperatura.

La formación de los cumulonimbos observados en Palma es debida probablemente al ascenso orográfico experimentado sobre la Sierra de Puigmajor, desencadenándose la inestabilidad convectiva.

El día 8 cesa la penetración de aire cálido y húmedo en superficie mientras que en altura se ha calentado el aire. El día 9, Palma sigue bajo la influencia del anticiclón y la masa del tipo  $k_d$  limita el desarrollo vertical de los cúmulos. La subsidencia provoca el descenso y progresiva desecación del aire, formándose exclusivamente nubes bajas estratiformes. El día 10 el aire seco se extiende ya hasta la proximidad del suelo. La configuración del tipo  $k_m$  indica que se trata de una perturbación ya vieja.

#### IV.3.6 Resumen y conclusiones

- Entre los días 6 y 8 de Noviembre de 1983 se produjeron lluvias excepcionales en Cataluña, dando lugar a importantes avenidas e inundaciones. El episodio se inició al anochecer del día 6 y las zonas afectadas por las lluvias más intensas fueron esencialmente las mismas a lo largo de todo él. No parece, pues, haber habido movimiento de traslación del área de lluvia, pero no se puede asegurar, por no existir radar en la zona, que los sistemas que la produjeron fueran estacionarios.
- Las máximas cantidades de agua se recogieron en el Vallés, Baix Llobregat y La Garrotxa, alcanzándose los 220 mm en 24 horas.
- El día 10 se volvieron a producir lluvias considerables originadas por el paso de un frente frío.
- La configuración sinóptica fue semejante a la del episodio de Noviembre de 1982, si bien menos pronunciada:
  - Baja en el Atlántico, aunque esta vez a menor latitud, concretamente en el Golfo de Cádiz trasladándose luego hasta el N de Argelia.
  - Anticiclón en el este de Europa.
  - Pese a la existencia de un surco sobre el Atlántico y una loma sobre Europa, la configuración en  $\Omega$  sólo se insinuó el día 7 entre 700 y 500 hPa. En este caso la zona afectada quedaba al noroeste de un surco de onda corta.

- A partir de 850 hPa el viento fue, al igual que en 1982, de componente S, aunque mucho más flojo que en el mencionado episodio. Por el contrario, hubo un cierto cambio en la dirección en su superficie dominando en el presente episodio, la componente E.
- Entrada de aire cálido a todos los niveles, procedente del Mediterráneo. Esto justificaría la representación del frente cálido
- El origen del episodio viene marcado por el giro del viento en la troposfera media y alta, al pasar de componente W a SE, y finaliza al restablecerse el flujo del W.
- Debido a la circulación ciclónica se produce una entrada de aire húmedo (que proviene del Atlántico aunque luego roza el N de Africa y el Mediterráneo) sobre la Península, que sin embargo, a 850 hPa, no parece llegar hasta Cataluña (obsérvese que el aire cálido que entra los días 6 y 7 es bastante seco a dicho nivel). A 700 hPa el día 7 incide sobre Cataluña aire húmedo procedente de la Península y aire húmedo del Mediterráneo Occidental. Algo semejante sucede a 500 hPa. En la proximidad del suelo el aire fue siempre muy húmedo. El episodio finaliza cuando cesa la entrada de aire cálido y húmedo.
- De acuerdo con lo que suele ocurrir en otoño, la temperatura del mar Mediterráneo es superior a la del suelo. Sin embargo se produce un calentamiento extraordinario de las aguas superficiales entre Argelia y Levante, lo que conduciría a una intensa evaporación. Cuando el episodio finaliza la temperatura del mar disminuye.
- Como consecuencia de los altos valores de temperatura y humedad la masa de agua precipitable en la media y baja troposfera superó el 100 % del valor medio mensual.
- A 300 hPa hay una bifurcación de la corriente en chorro, cuya rama meridional rodea la Península.
- Disminución de presión hasta el día 7, seguida de un aumento hasta el día 9. Sin embargo, el valor absoluto de la tendencia barométrica fue muy pequeño.
- En este caso, excepcionalmente, los índices de estabilidad adoptan unos valores concordantes con lo que sucedió, lo que se explica da

da la penetración de aire muy cálido y húmedo en la troposfera media y baja sobre Palma

- Extensión de la inestabilidad condicional y convectiva a casi la totalidad de la troposfera, con ascensos mínimos necesarios para la inestabilización, comprendidos entre 300 y 1500 m.
- La inversión de subsidencia dificultó el desarrollo de los cúmulos en Palma y permitió la acumulación de vapor de agua bajo ella.
- Los factores de mesoescala desempeñaron un papel primordial. Incluso, como muestran las imágenes de satélite, se llegó a observar la formación de CCM sobre el mar (lamentablemente dada la falta de datos bajo ellos no se pueden analizar). El factor orográfico fue decisivo: en primer lugar permitió el desarrollo de la inestabilidad que permanecía latente; en segundo lugar, la orientación de la línea de la costa y de las montañas litorales permitió una incidencia perpendicular del viento. El día 6 el viento incidió frontalmente sobre S.Llorenç de Munt, al pie del cual se produjo la máxima precipitación. En este episodio las elevaciones mínimas necesarias para la inestabilización eran menores que en el de 1982; de ahí que las lluvias más fuertes se produjeran cerca de montañas más bajas, o incluso, de la costa.
- Una incidencia perpendicular a la costa y a las sierras andaluzas también se apreció los días anteriores a las inundaciones en Cataluña. En este caso, la baja situada en las proximidades del Golfo de Cádiz arrastró aire húmedo del Atlántico sobre Andalucía, donde se produjeron las precipitaciones mencionadas en el capítulo.

	SECO			
500	HUMEDO	SECO	SECO	SECO
		HUMEDO		
900	SECO	SECO	HUMEDO	
	HUMEDO	HUMEDO		HUMEDO
	día 6	día 7	día 8	día 9

IV.4 Episodio de los días 18 y 19 de Octubre de 1977

IV.4.1 Introducción

El día 18 llovió copiosamente en las cabeceras de las cuencas de los ríos gerundenses y al día siguiente, con mayor intensidad en los tramos bajos de éstos, acentuando el efecto de las lluvias precedentes. En el resto de la región las lluvias fueron poco importantes. Durante estos días también se registraron inundaciones en el Departamento de los Pirineos Orientales, en Francia.

Las mayores avenidas se produjeron en el tramo del río Ter comprendido entre su cabecera hasta Ripoll y en todo el río Fluvià. El desbordamiento de este último ocasionó inundaciones en las comarcas de la Garrotxa y Baix Empordà. El caudal máximo fue el del Fluvià en Esponella, con 1200 m³/s, siendo inferior a las de Octubre de 1940 (1900 m³/s) y Octubre de 1971 (1630 m³/s). Afortunadamente no hubo víctimas. Con excepción de estos dos episodios el de 1977 es el que registró las mayores precipitaciones en la costa catalana en el presente siglo.

Pese a todo, la prensa apenas hizo eco de las inundaciones acaecidas en estos días en Gerona. Así, en La Vanguardia sólo apareció una nota en la crónica de sucesos del día 20, refiriéndose a las inundaciones del sur de Francia y el día 21, una pequeña crónica de las lluvias registradas en la Garrotxa. Incluso en los partes meteorológicos de este mismo periódico sólo se habla de "algunos chubascos en las Guillerías, Ampurdán, La Montaña y Campo de Tarragona" el día 18, y de "nieblas y aguaceros", el día 19.

**GERONA: La Garrotxa, comarca más afectada por las intensas lluvias**

**Numerosas carreteras quedaron cortadas y dañadas**

Gerona, 18. (Servicio especial de J. VILA). — Las intensas lluvias que han afectado a las comarcas gerundenses de manera importante a la Garrotxa han repercutido en muchos casos en graves consecuencias, especialmente en cuanto a importantes interrupciones de las carreteras — otras localidades que alternadamente en el mayor o menor grado padecen con tanta frecuencia a estas horas —. En el período de ayer fueron muchas las carreteras que quedaron cortadas al tráfico por inundación o por desprendimientos de tierra en la comarca C-130 de Gerona a Ripoll, entre Farig y Arganassur, la C-141 de Ripoll a Francia por Capradell, la C-153 de Vià a Comaradell, cortada por el paso de un puente en el kilómetro 64 de la C-262 de Cardener a Port de la Creu y la C-260 de Bonada a Ribes, entre las localidades de Castell de Ampurias y Ribes. Otras vías de comunicación como la de San Pedro Pescador a Terruella de Fluvià quedaron cortadas en su totalidad y en buen número de carreteras de las comarcas del interior

debido a inundaciones en diversos tramos. También se registró el hundimiento de un puente en la carretera de Triguera a Triguera de Dalt que quedó cortado por esta causa el terreno que en varios puntos principalmente de la zona se produjeron serios movimientos por el desbordamiento de riachos y arroyos. Destacado en este caso Colera donde la lluvia cayó en 48 horas los 300 litros por metro cuadrado de promedio de precipitación de cuando recién terminó en servicios municipales para particulares por desbordamiento de la riera que inundó todo el pueblo. También San Jaume Lluçà y otros puntos de la Garrotxa recibieron serios daños afectados con daños materiales registrados como materiales arrastrados e inundaciones de áreas agrícolas en que por el momento no se ha podido evaluar los daños. Los ríos gerundenses registraron un considerable aumento de caudal principalmente en Fluvià que se el que motivó la escasez de agua en la zona de su curso.





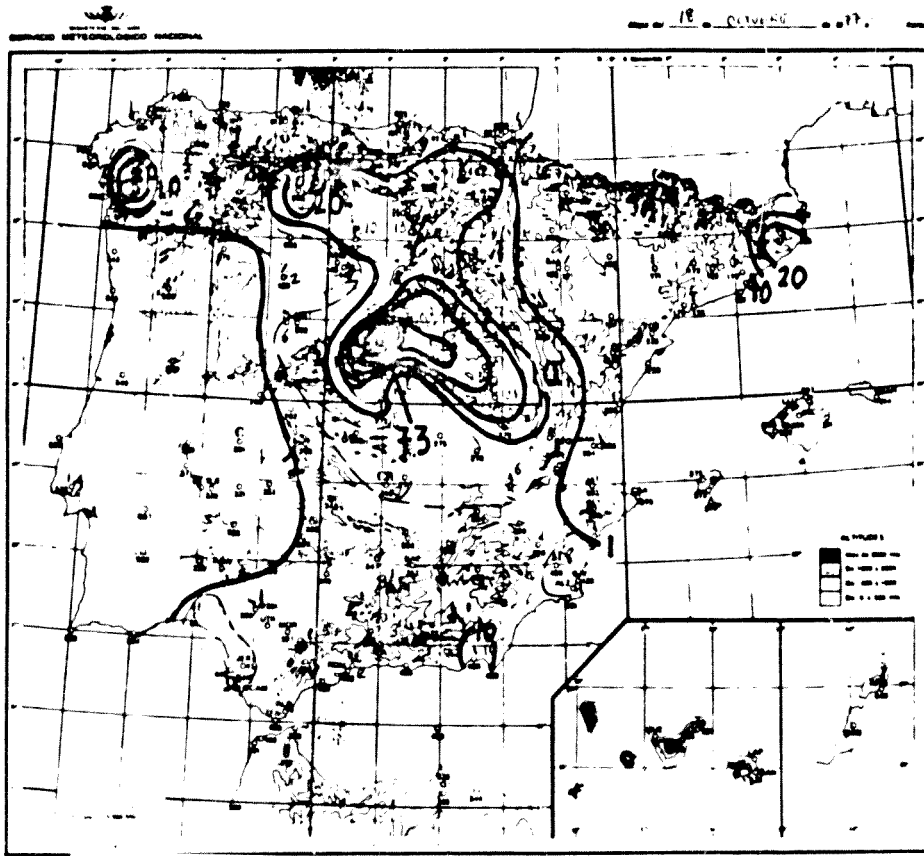


Fig.IV.4.2. Isoyetas del día 18 de Octubre de 1977

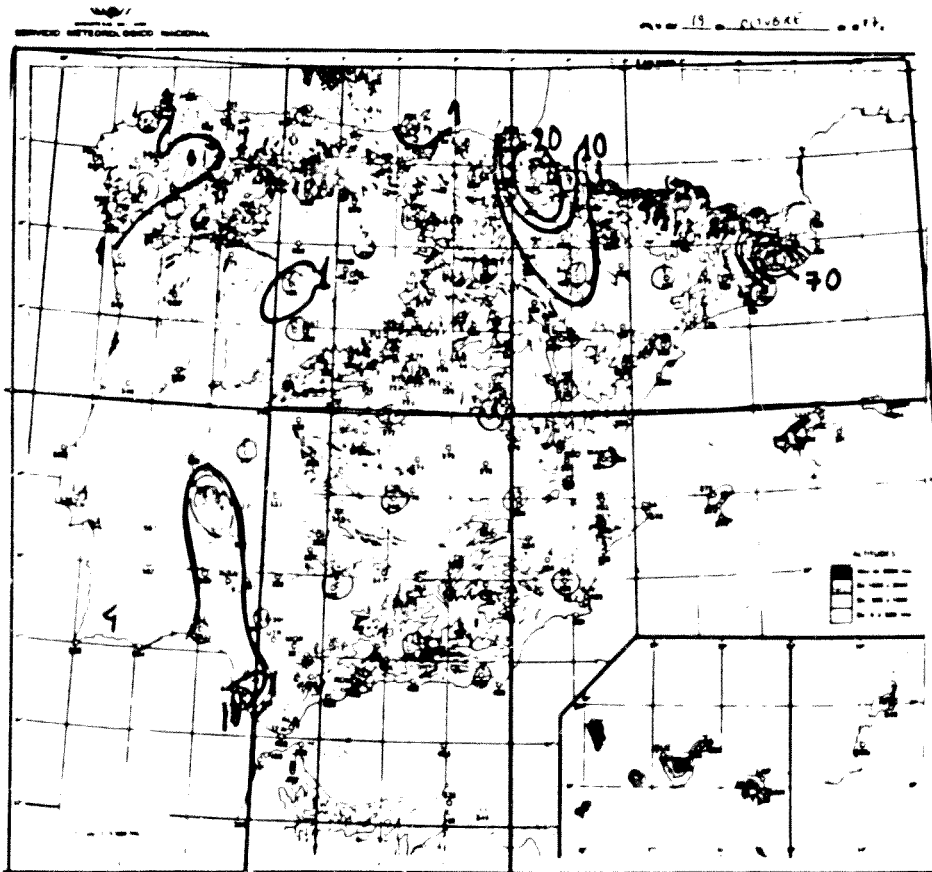


Fig.IV.4.3. Isoyetas del día 19 de Octubre de 1977

ferior a la que se llegó a totalizar en algunos puntos de la región).

A partir de los datos que figuran inscritos en las fichas pluviométricas, se observa que las más importantes lluvias se produjeron el día 18 en el Ripollés (Camprodón, 272 mm) extendiéndose hasta la comarca de l'Osona (fig. IV.4.4). El día 19 afectaron principalmente al Alt Empordà. En este caso es destacable la diferencia entre las cantidades recogidas en Cadaqués y Rosas (276 y 260 mm, respectivamente) y Port de la Selva (34,6 mm), que quedaba protegido por las montañas (fig. IV.4.5).

Aunque en el día 19 se mantuvieron las precipitaciones en el Ripollés y l'Osona, las cantidades totales recogidas en las 48 horas fueron análogas, es decir, entre 200 y 300 mm en el Empordà, el Ripollés y l'Osona (fig. IV.4.6). Así pues, mientras que en los episodios de Noviembre de 1982 y 1983 los máximos valores de la lluvia estuvieron siempre sobre el mismo sitio, en éste se formaron nuevos núcleos el segundo día.

En los Pirineos Orientales franceses la máxima precipitación fue de 257 mm en 48 horas, en Amélie-les-Bains. En Perpignan, fuertes tormentas dieron lugar a una precipitación excepcional de 103 mm entre las 00 TMG y las 06 TMG del día 19. Las lluvias se iniciaron en la madrugada del día 18 (tanto en Francia como en España) y se prolongaron hasta la noche del día 19. Durante los dos o tres días posteriores todavía se registraron precipitaciones en diversos puntos de Cataluña.

#### IV.4.3 Análisis sinóptico

El día 16 una depresión fría (980 hPa) que se extiende hasta 100 hPa, se sitúa a 47° N y 21° W, en tanto que un anticiclón (1030 hPa) se halla sobre Alemania y Rusia Occidental. Esta situación en altura crea una clara configuración en  $\Omega$ . Por otro lado el frente frío asociado a la baja penetra en España hacia las 12 TMG.

En superficie el viento es flojo y de dirección variable: así es del W en Lérida, del N en Barcelona, variable en La Molina, en tanto que en Gerona y el Montseny hay calma. A 850 y 500 hPa Cataluña queda dentro de la zona anticiclónica, mientras que a 700 hPa y 300 hPa se halla en un pantano barométrico por lo que el viento en altura también es flojo.

Al día siguiente tanto la baja como el anticiclón se han debilitado. El frente frío asociado a la depresión se halla sobre la Península, siendo el

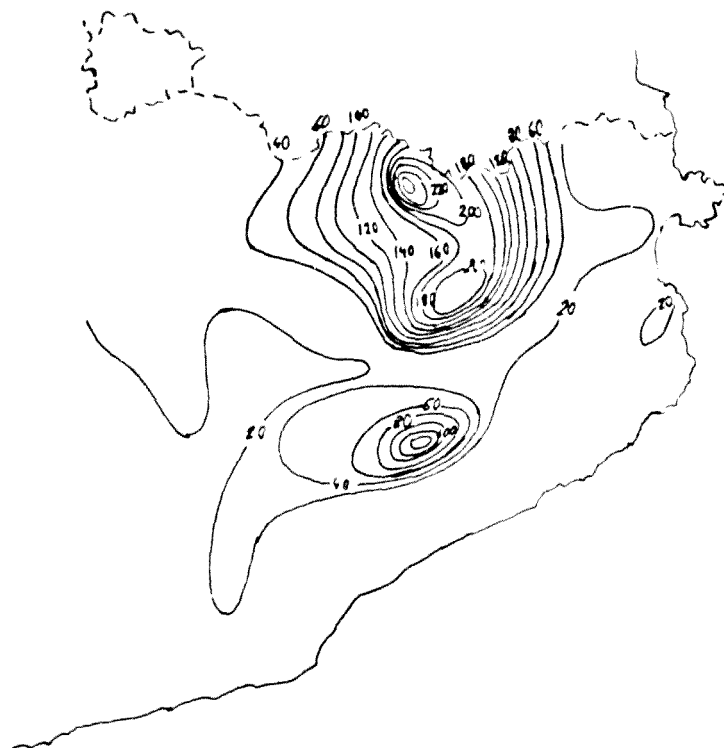


Fig.IV.4.4. Distribución de la lluvia en Cataluña el día 18

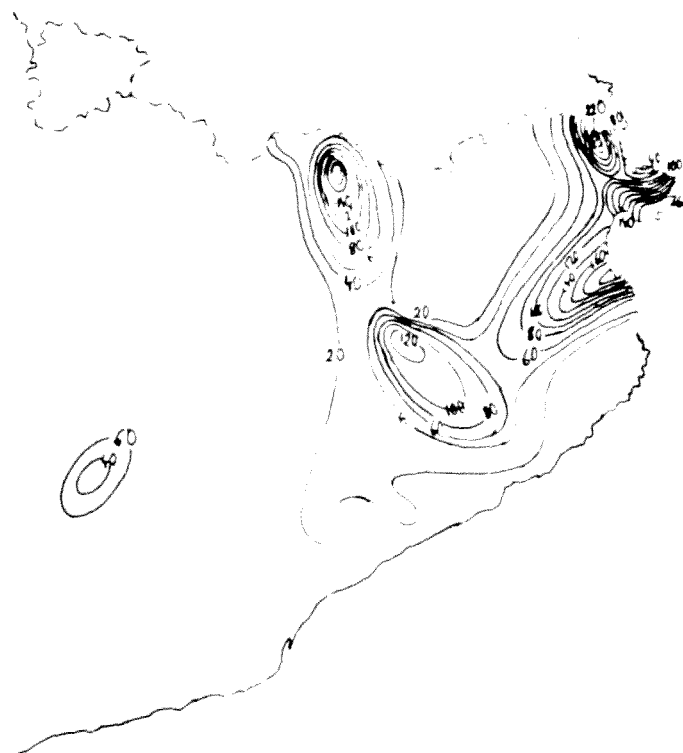


Fig.IV.4.5. Distribución de la lluvia en Cataluña el día 19

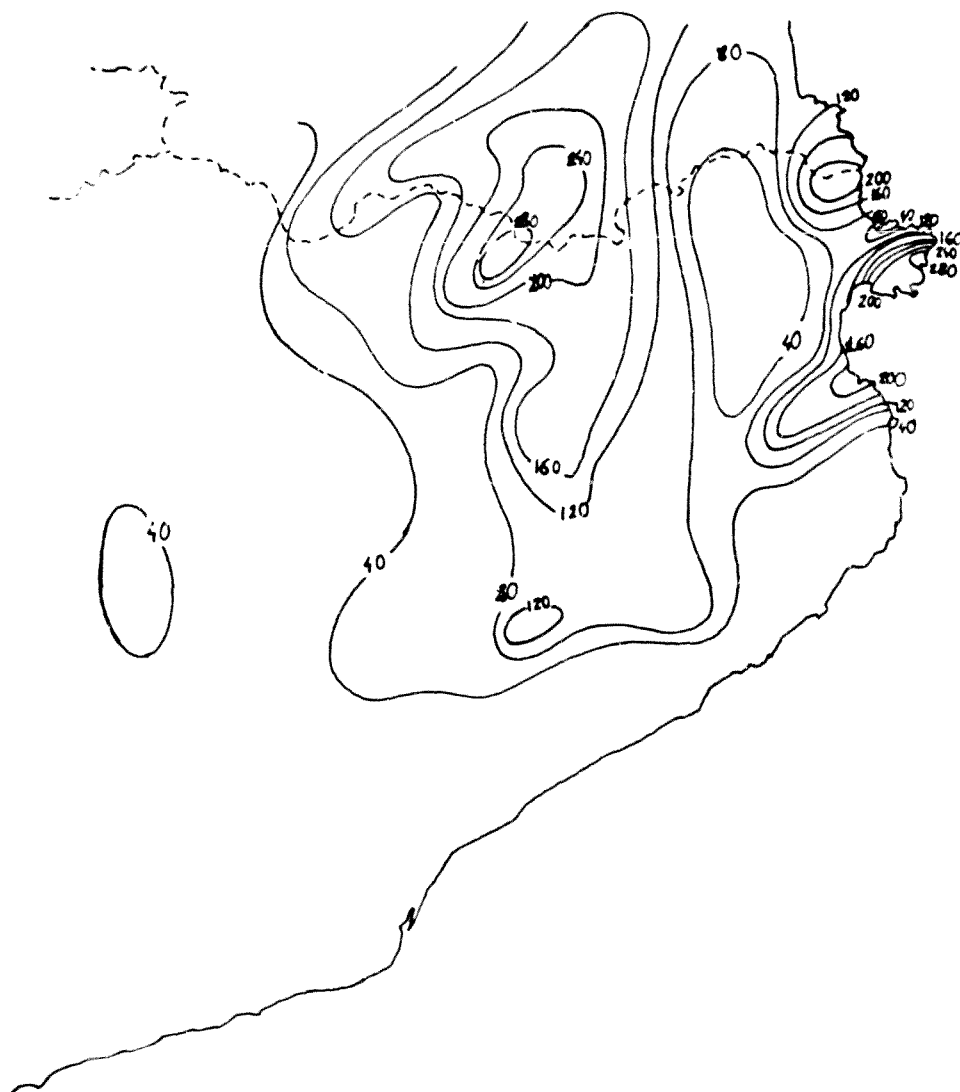


Fig.IV.4.6. Distribución de la lluvia en Cataluña y en el Departamento de los Pirineos Orientales (Francia) totalizada entre los días 18 y 19 de Octubre de 1977.

principal responsable de las lluvias registradas este día en la parte occidental de ella. La configuración en  $\Omega$  está muy marcada a 500 y 300 hPa. Cataluña queda al W del eje de la loma a 500 hPa y bajo él a 300 hPa, en tanto que el eje del surco se sitúa a 20° W. La corriente en chorro se bifurca llegando a alcanzar los 30° de latitud al W de la Península; este chorro se llega a notar a 500 hPa con vientos de 80 kt sobre las Canarias y dirección SW sobre la parte occidental de la Península. (Figs.IV.4.7 y IV.4.8)

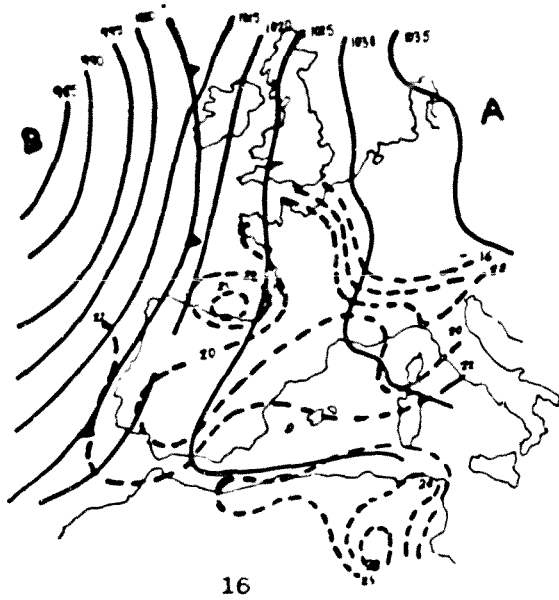
El viento en superficie continúa siendo flojo y de dirección variable. Con excepción de Barcelona y el Montseny, donde está casi despejado, se observan altocúmulos y altoestratos. Por la tarde se desarrollan algunos cúmulos en casi todas las estaciones, llegando a cubrir 5/8 de cielo en La Molina. Entre los días 15 y 17 las Baleares estuvieron cubiertas en gran parte por cúmulos y estratocúmulos, si bien no se registraron lluvias. Todo ello parece apuntar a la actividad convectiva normal en la época.

Se disponen de pocos datos de temperatura del mar, pero parece ser que el día 17 se detectan manchas de agua más cálidas de lo usual, con 21,3° C frente a Valencia y 23° C al norte de Argelia.

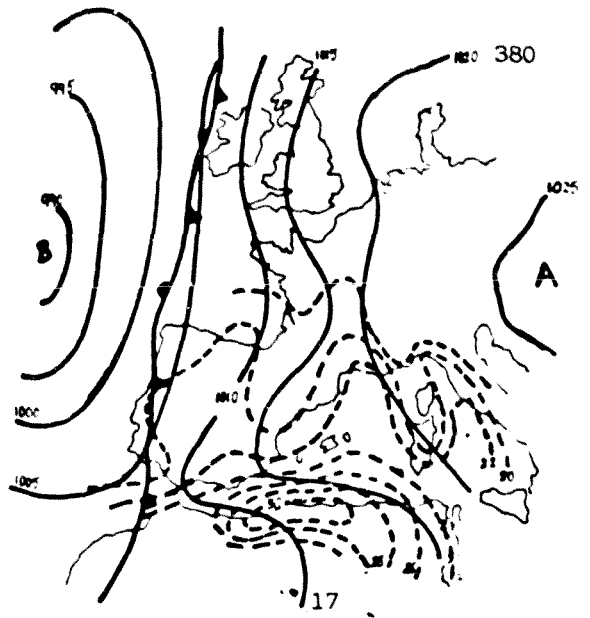
El día 18 la baja, más debilitada, se sitúa a 54° N y 26° W, en tanto que el anticiclón se ha extendido prolongándose desde Italia hasta el este del Mar Negro (se trata de un anticiclón ligeramente cálido). El frente frío atraviesa la Península desde el Golfo de Vizcaya hasta el Mar Menor. Cataluña sigue bajo el eje de la loma a 500 hPa y 300 hPa en tanto que la situación en  $\Omega$  persiste desde 850 hPa hasta 100 hPa

Se produce una penetración de aire cálido sobre el Mediterráneo y el W de Europa, que se extiende a todos los niveles (en el N de Argelia se alcanzan los 30 C), observándose también en la topografía relativa. Tanto a 850 hPa como a 700 hPa, Cataluña queda comprendida entre una masa de aire muy húmedo al W y otra de aire muy seco al E o NE, mientras que a 500 hPa se trata claramente de aire muy húmedo. (Fig.IV.4.9)

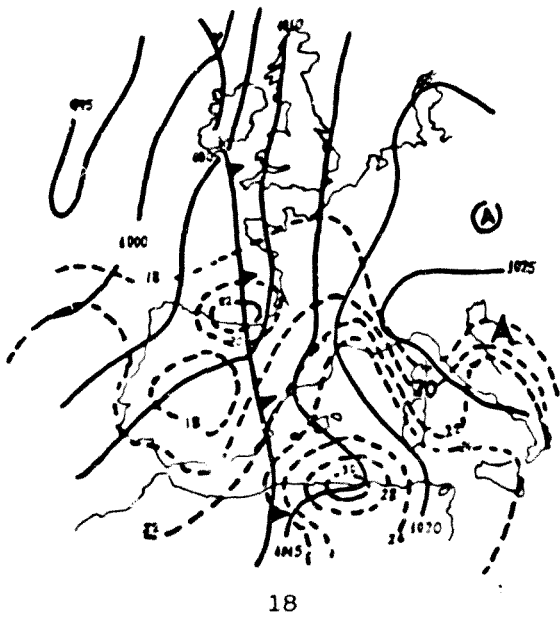
Por lo que respecta al viento sobre Cataluña se observa difluencia a 300 hPa (fig.IV.4.9) y viento débil del S a 500 hPa, aunque es muy fuerte en el W de la Península. A partir del mediodía el viento en superficie es en general del SE, si bien por efecto local varía mucho de una estación a otra. Así en Barcelona la racha máxima es del NE con 34 kt; en La Molina del WNW con sólo 10 kt; en Gerona, del S con 11 kt; en Lérida, del W con 23 kt; en el Montseny del ESE con 43 kt y en Tortosa, del ESE, con 12 kt. En Ibiza, el viento



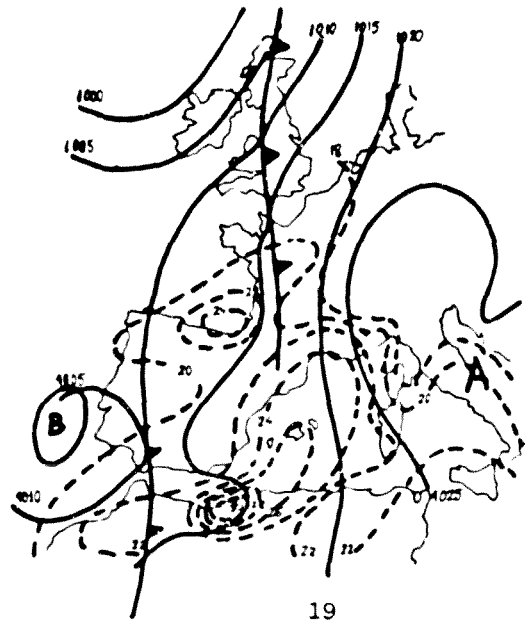
16



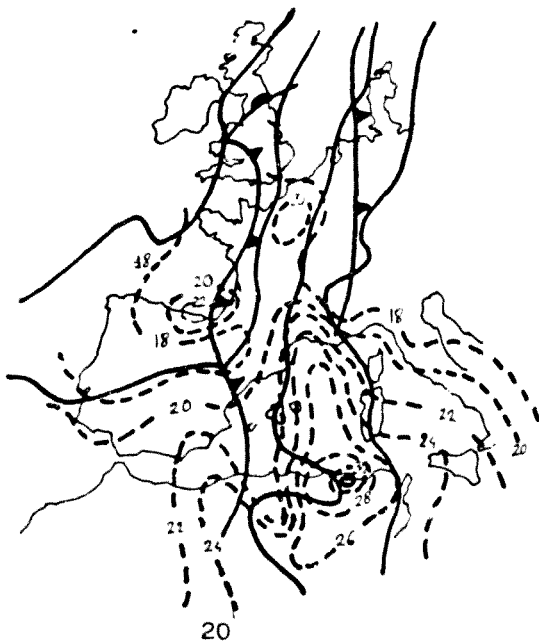
17



18



19



20

Fig.IV.4.7. Análisis en superficie de los días 16 a 20 de Octubre de 1977. En trazo discontinuo se representan las isothermas.El análisis corresponde a las 12 TMG

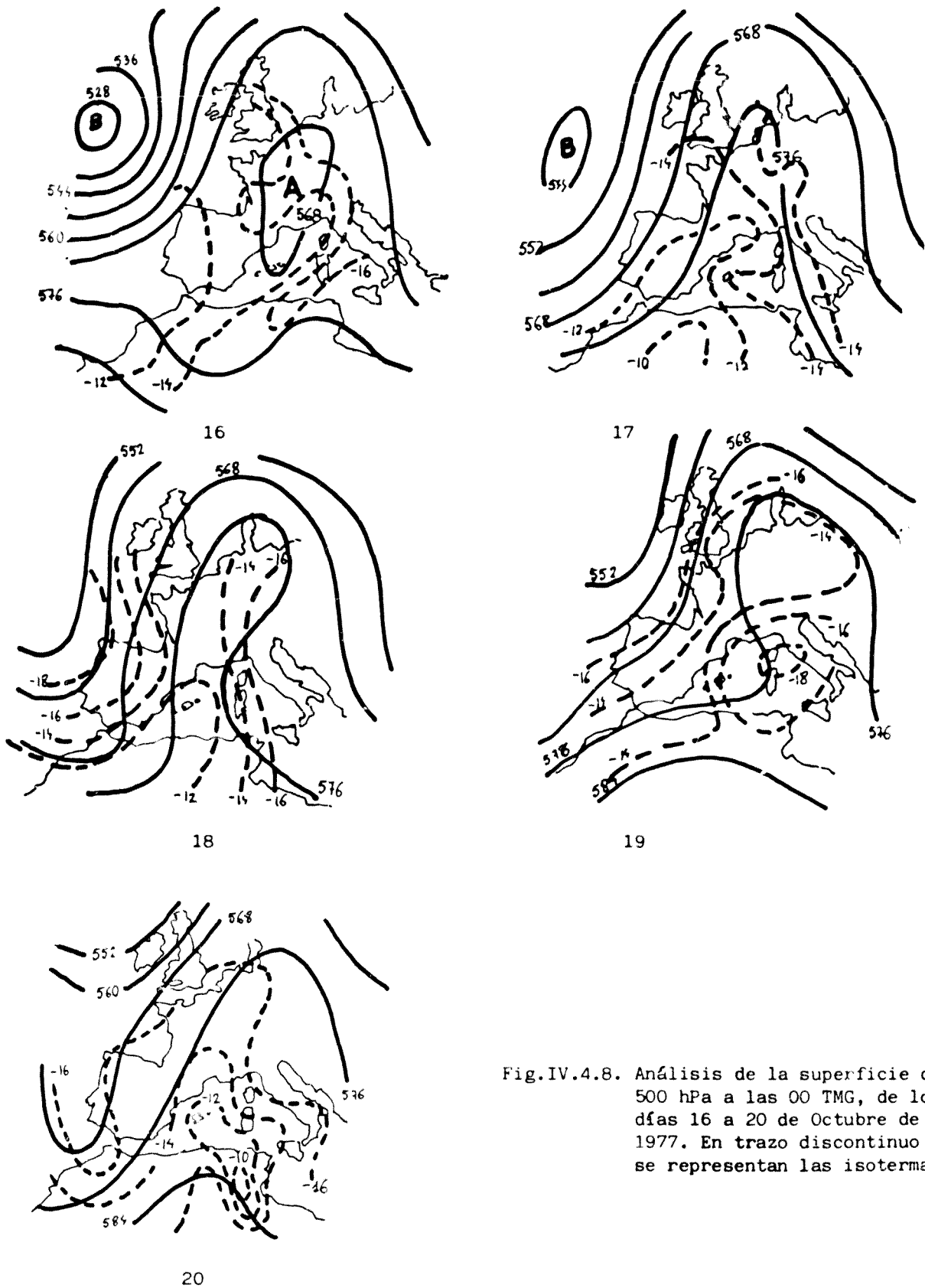


Fig.IV.4.8. Análisis de la superficie de 500 hPa a las 00 TMG, de los días 16 a 20 de Octubre de 1977. En trazo discontinuo se representan las isotermas



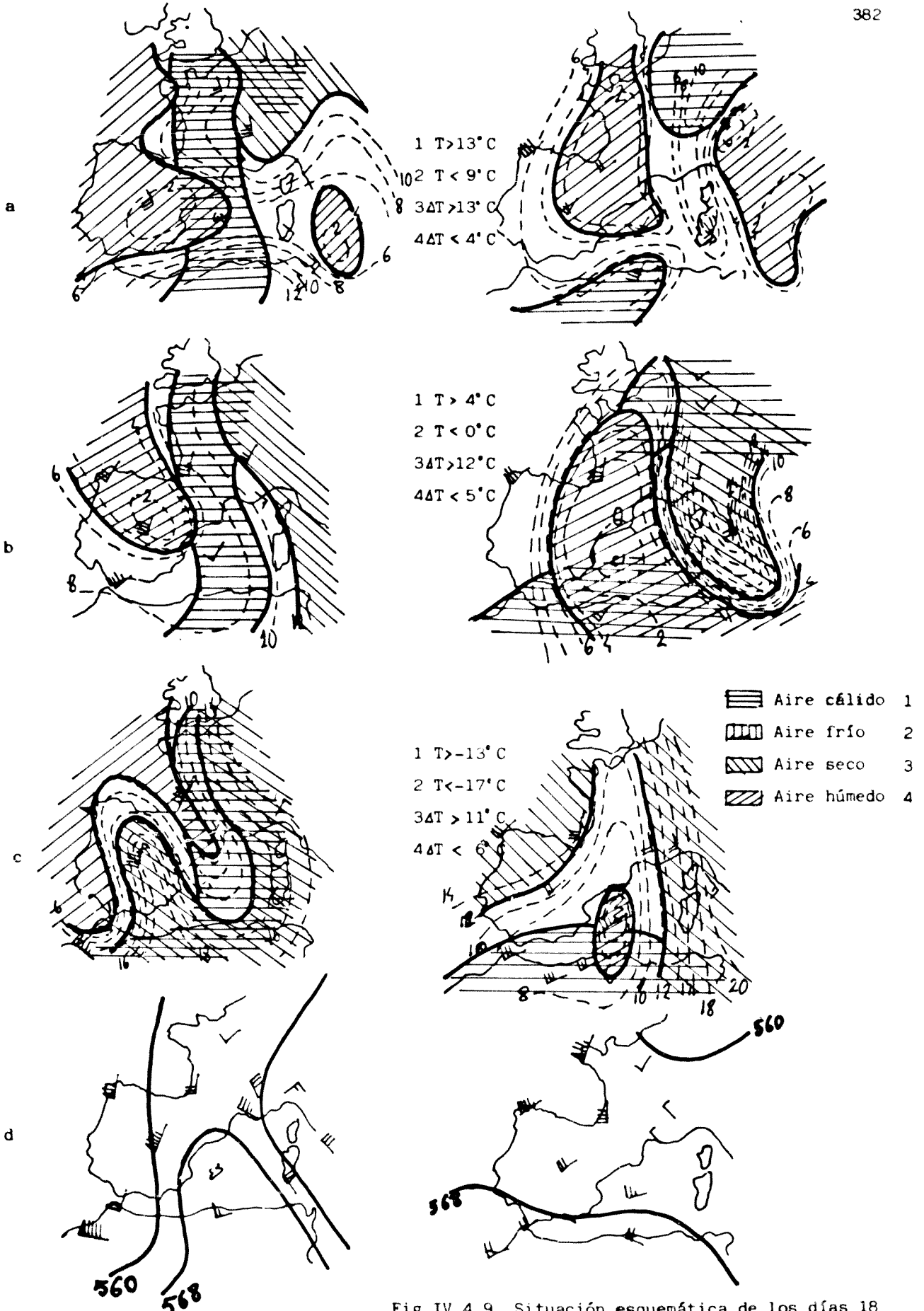


Fig.IV.4.9. Situación esquemática de los días 18 y 19 de Octubre de 1977 a las 00 TMG, a 850 (a), 700 (b), 500 (c) y 300 hPa (d). En éste último se incluyen algunas isohipsas de la topografía relativa.

fue del E ó del SE hasta las 12 del día 18; luego fue del SSW y tras calma durante 10 horas volvió a ser del E. En Perpignan el viento fue del SE todo el día 18, si bien a partir del mediodía giró ligeramente hacia el E.

Con excepción de Lérida el cielo estuvo cubierto de nubes cumuliformes en todas las estaciones. En La Molina y el Montseny se indica niebla, lo que quiere decir que la base de las nubes estaba por debajo de estas estaciones.

En el N de Argelia la temperatura del agua del mar ha aumentado hasta 22,5° C, mientras que en el N del Mediterráneo Occidental es de unos 19° C, es decir, más fría que la tierra (ha disminuído en 1° C con respecto al día 16)

Por los datos de que disponemos de Perpignan, empieza a llover débilmente el día 18 hacia las 0500 TMG. No es hasta las 12 de la noche que se inician los chubascos y tormentas, que se prolongan hasta las 0615 TMG del día siguiente. Durante la noche, la temperatura en Perpignan es, tanto el día 18 como el 19, superior a la media y a la de las restantes noches del mes. Por el día sucede lo contrario.

En La Molina y en el Montseny llueve durante todo el día 18. El día 19 se produce una tormenta muy fuerte en Perpignan, desde las 0025 TMG hasta las 0930, con una precipitación excepcional de 103 mm en 6 h, como ya se ha mencionado con anterioridad en otro apartado.

Entre el análisis de las 00 TMG y el de las 12 TMG se observa el día 19 una cierta discontinuidad: en 12 horas el frente situado sobre España y prácticamente estacionario se disipa. Es posible que el frente frío se deshiciera al S de los Pirineos y que por el Mediterráneo se produjese una entrada de aire cálido. El análisis es probablemente erróneo al querer justificar el mal tiempo producido en Baleares y Cataluña mediante un sistema frontal.

El anticiclón, más extendido, abarca ya parte del Mediterráneo Occidental en tanto que en las proximidades del Golfo de Cádiz se ha formado una pequeña baja. Cataluña queda al N del eje de un surco de onda corta formado al W de la loma. Aunque más debilitada se mantiene la configuración en  $\Omega$  entre 700 y 300 hPa.

El viento es principalmente del S en toda la troposfera, aunque como es normal experimenta un cierto giro hacia el W con la altura. Los datos en superficie indican que en Gerona apenas hay viento; en Lérida se suceden calmas y vientos débiles del SW, si bien la racha máxima es del NE con 14 kt; en

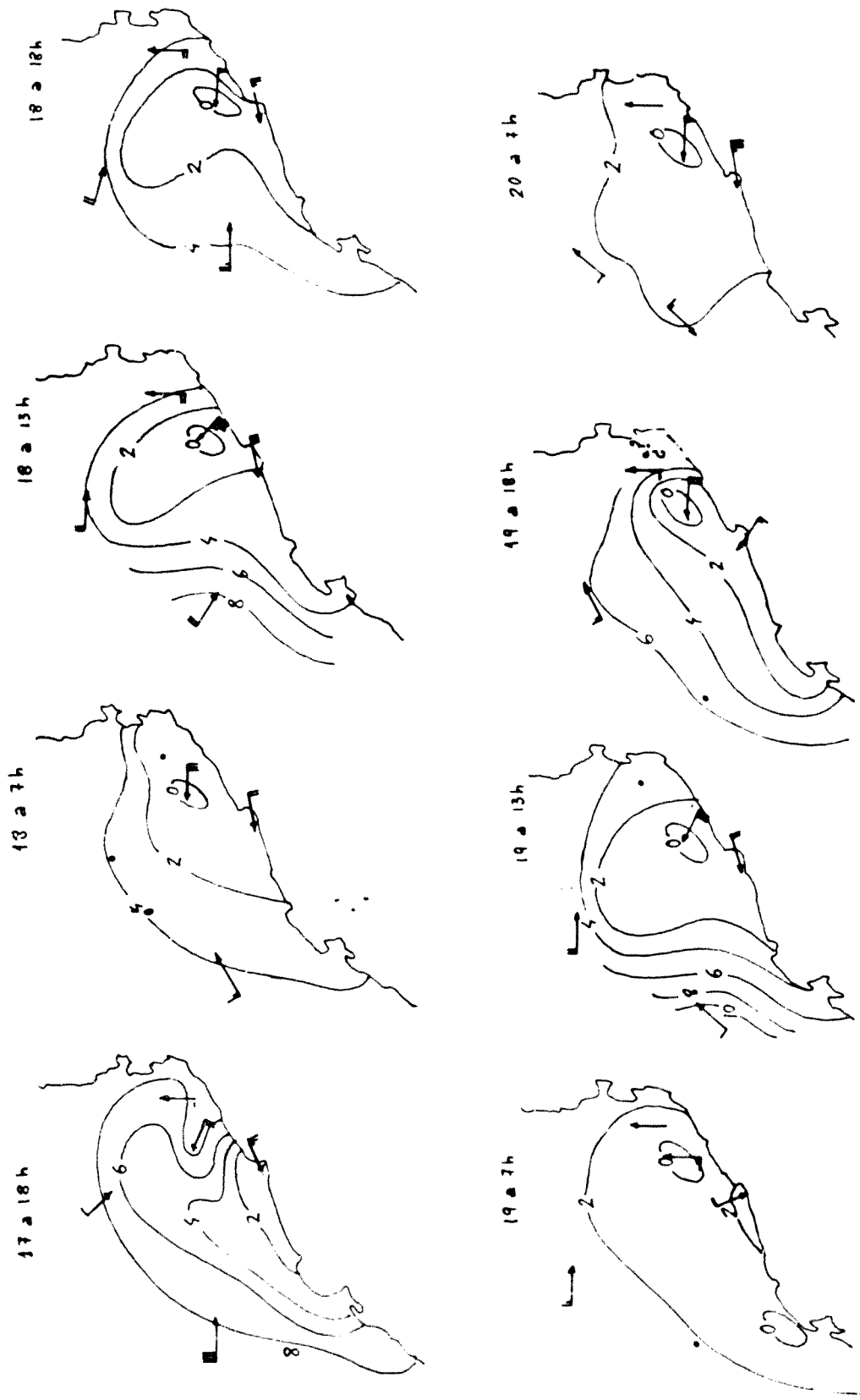


Fig.IV.4.10. Líneas de igual depresión del punto de rocío. Evolución a lo largo del episodio

el Montseny varía entre los 90° y los 180°, pero la racha máxima no supera los 35 kt; en Barcelona cambia continuamente de dirección y velocidad siendo el máximo registrado del NE con 27 kt; en La Molina es del W; en Perpignan pe se a dominar el viento del SE se producen rachas del N (fig.IV.4.10).

A 850 hPa las masas de aire húmedo procedente del Atlántico y del Mediterráneo han incidido sobre el NE de la Península, en tanto que la masa de ai re muy seco se ha trasladado al E. Tanto a 700 hPa como a 500 hPa, se produce sobre Cataluña la entrada de una lengua de aire muy húmedo del Mediterráneo Occidental; este aire procedía inicialmente del Atlántico. Es notable el fuerte gradiente observado en la depresión del punto de rocío, que muestra, co - lindante con esa masa muy húmeda, otra muy seca. En algunos niveles troposféricos continúa la penetración de aire muy cálido, mientras que en otros ya no se da, así como tampoco se observa en la topografía relativa.

Este día el cielo estuvo cubierto en todas las estaciones y pudo haber tormentas sobre el mar. Tanto Ibiza como Perpignan indican que hubo marejada.

#### IV.4.4 Evolución de la temperatura, humedad, presión y punto de rocío

La depresión del punto de rocío en superficie sólo es igual a cero en el Montseny, donde las nubes tocaban el suelo, en tanto que en Barcelona oscila entre 1 y 2° C. Aunque las peores tormentas se produjeron en la provincia de Gerona la depresión del punto de rocío es elevada lo que indica que la figura IV.4.10 no es muy significativa porque se basa solamente en el dato de la capital.

La única estación que se mantiene con una humedad del 100 % a lo largo de todo el episodio es el Montseny. En los restantes casos y con excepción de Lérida (fig.IV.4.11), se observa un aumento tras el mediodía del día 17 mante niéndose luego entre el 70 y el 100 %.

Aunque en general la presión en superficie disminuye ligeramente a par tir del día 17 (fig.IV.4.12), no sólo en las estaciones representadas sino también en Ibiza y Perpignan, la máxima diferencia alcanzada es de 6 hPa en 29 h. La tendencia barométrica es negativa hasta el mediodía del día 18, mo - mento a partir del cual cambia de signo, manteniéndose la presión por encima de la media. Esto indica que Cataluña se encuentra bajo la influencia del anticiclón europeo.

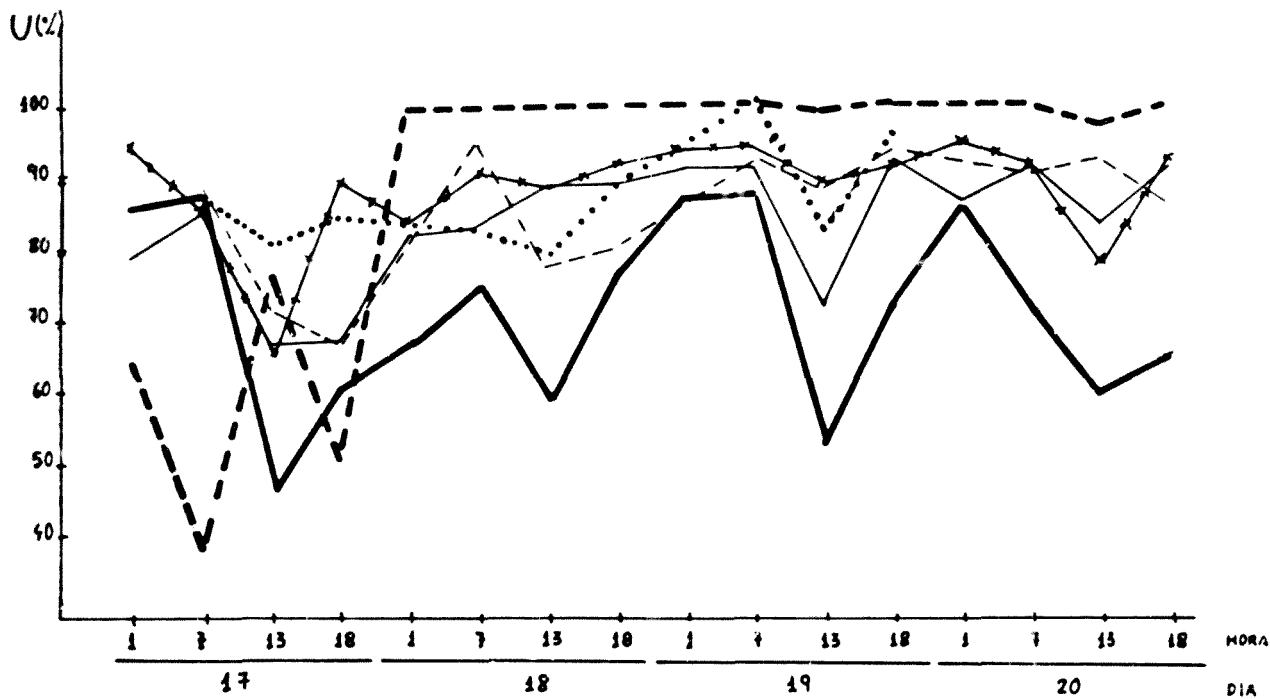


Fig.IV.4.11. Evolución de la humedad a lo largo del episodio

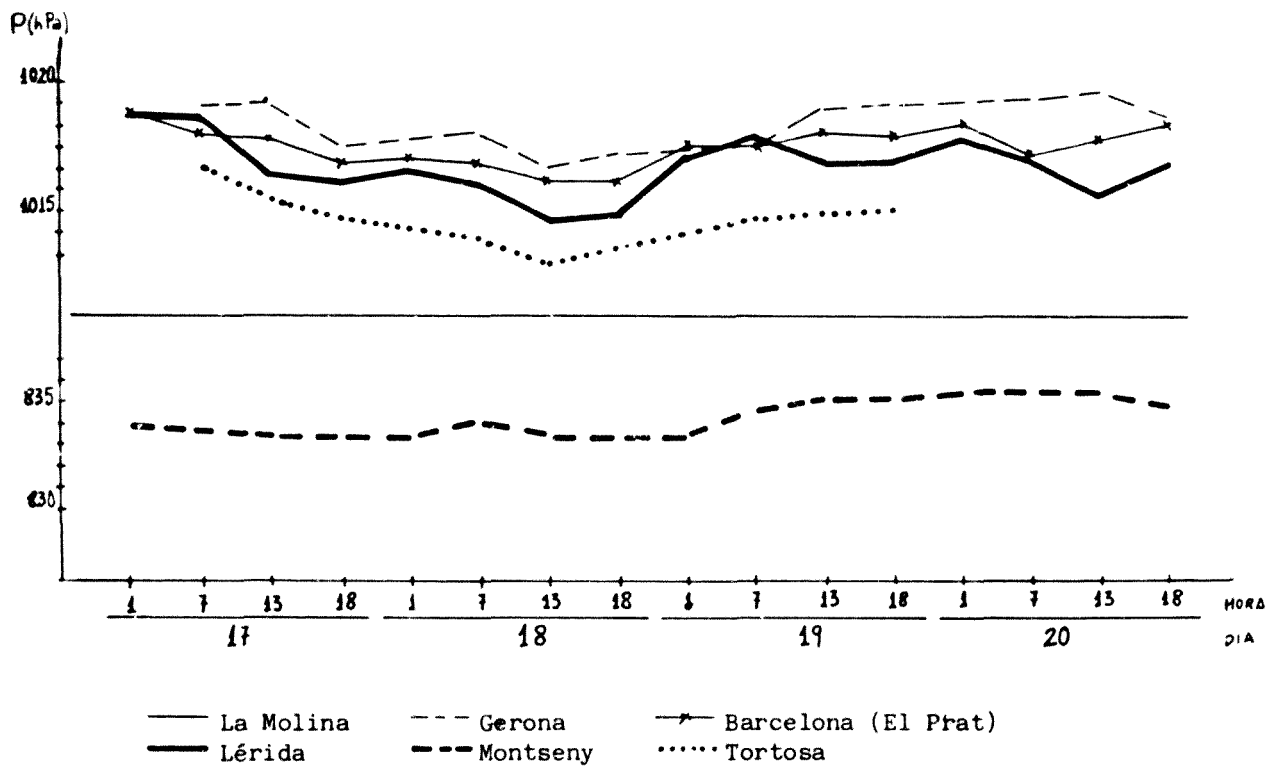


Fig.IV.4.12. Evolución de la presión en superficie (a nivel del mar con excepción del Montseny) a lo largo del episodio

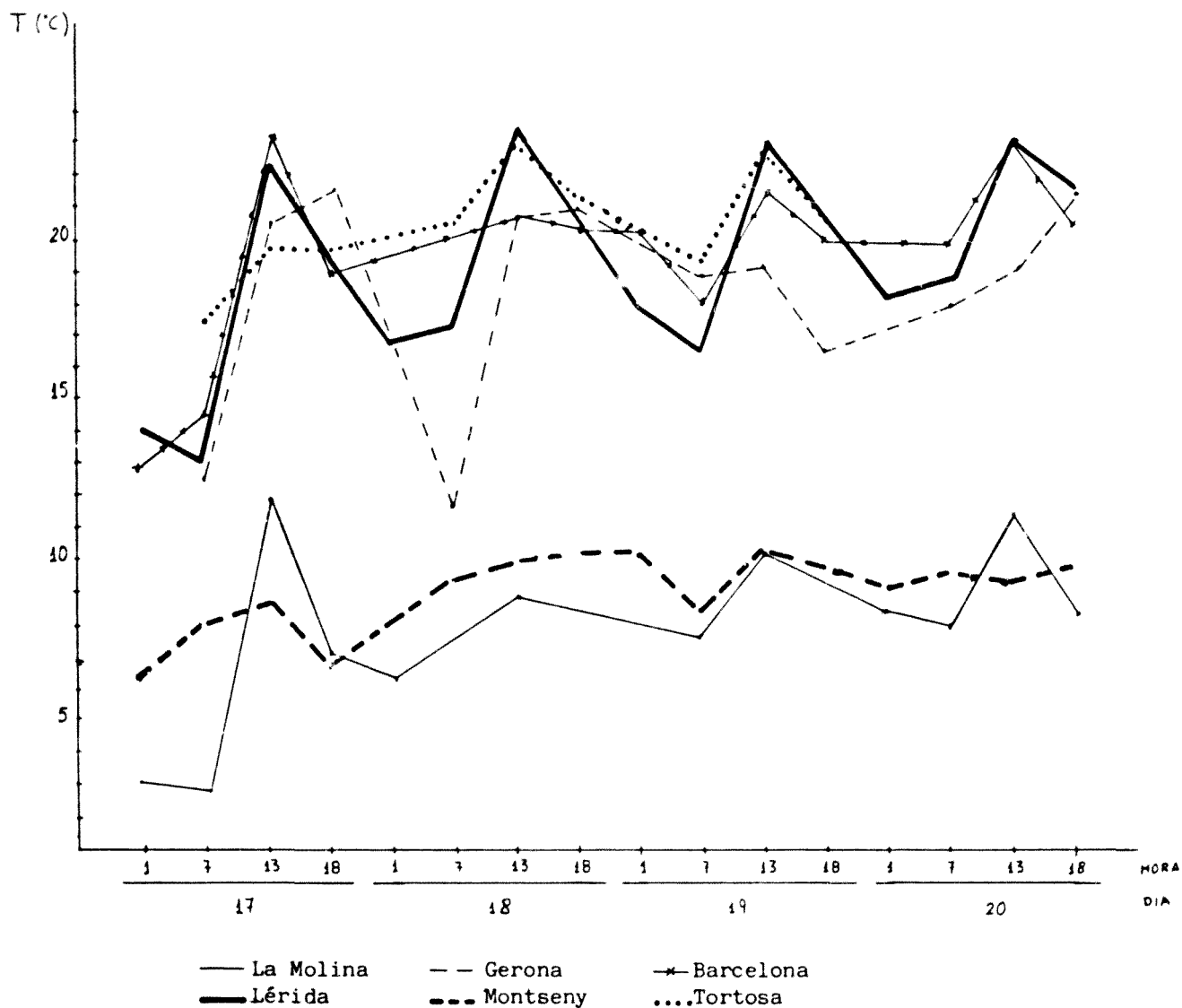


Fig.IV.4.13. Evolución de la temperatura a lo largo del episodio

En general la temperatura es alta para la época del año. El día 17 se produce un fuerte aumento en todas las estaciones (fig.IV.4.13) a excepción del Montseny, lo que confirma la entrada de aire cálido.

#### IV.4.5 Análisis de la información obtenida a partir de los radiosondeos de Palma

##### a. Indices de estabilidad

Todos los índices coinciden en señalar cierta actividad convectiva más o menos fuerte el día 19 (el índice LI muestra, por ejemplo, riesgo de tornados), en tanto el día 18 coinciden 4 de los 5 (falla el índice SWI que como ya se discutió es poco fidedigno para esta región). (Figs.III.6.1 a III.6.4).

Los índices LI y KI indican en todos los sondeos la posibilidad de fenómenos convectivos.

##### b. Humedad relativa

Entre 800 hPa y el suelo, la humedad es siempre muy alta (a las 12 TMG es en todo momento superior a la media mensual), si bien la capa más húmeda varía según sean las 12 TMG o las 00 TMG: así a esta última hora la mayor humedad se da en la proximidad del suelo, en tanto que a las 12 TMG es entre 900 y 800 hPa (figs.III.6.17 a III.6.21).

Con excepción del día 19 la humedad disminuye por encima de los 800 hPa. Este día se alcanza la saturación a 700 hPa aproximadamente.

##### c. Masa de agua precipitable

Esta aumenta desde el día 16 a las 00 TMG hasta el día 19 a la misma hora, disminuyendo ligeramente a las 12 TMG y manteniéndose en todo momento por encima del valor medio (figs.III.6.29 y III.6.30).

Entre 1000 y 850 hPa, la masa de agua precipitable es superior a la media, más del doble en la mayor parte de los casos (el día 19 dicho estrato contiene 2,1 cm). Con excepción de los sondeos de las 12 y de las 00 TMG de los días 16 y 17, sigue siendo mayor entre 850 y 700 hPa, si bien no llega a duplicarla, resultado que concuerda con la variación observada en la humedad. Entre 700 y 300 hPa la cantidad calculada es en los sondeos de las 00 TMG y con excepción del día 17, superior a la media, si bien entre 500 y 300 hPa ocurre lo contrario.

De las 12 TMG del día 16 a las 00 TMG del 18, el porcentaje de masa de agua precipitable entre 1000 y 850 hPa es superior al corres-

pondiente al estrato 850-700 hPa, invirtiéndose la situación las 24 horas siguientes.

d. Temperatura

En cuatro de los radiosondeos la temperatura es a 850 hPa ligeramente inferior a la media (fig.III.6.41). El día 16 a las 12 TMG el aire está ligeramente más frío desde 1000 a 700 hPa, en tanto en los sondeos posteriores supera a la temperatura media en casi todos los niveles. El día 19 a las 00 TMG se tiene a 1000 hPa una diferencia de 3°C mientras que entre 850 y 500 hPa está por debajo del valor medio lo que indica un enfriamiento que puede ser producido por penetración de aire frío o por elevación adiabática asociada a la convección (esto justificaría el aumento de humedad observado entre dichos niveles) Es notable el hecho de que comparándolo con el sondeo medio de las 12 TMG, el calentamiento diurno es el más fuerte de los registrados en los cuatro días, lo que ya sucedía en otros episodios.

Por lo que respecta a la temperatura en superficie (fig.III.6.31) se observa un ligero aumento de los días 16 a 18, con una oscilación diurna que como máximo es de 5°C. El dato del día 19 a las 00 TMG es erróneo como corroboran los datos de superficie de los centros de Palma e Ibiza. De ser cierto implicaría una inversión de 76 k/hPa. En ningún momento se alcanza la temperatura de convección libre.

e. Presión en superficie

Este episodio se diferencia de los restantes en que la presión apenas varía, oscilando entre 1010 y 1013 hPa, con una ligera disminución entre el día 17 y 18 (fig.III.6.32).

f. Viento

En la baja troposfera el viento es esencialmente de componente E con una velocidad que oscila entre los 4 y los 16 kt en superficie. Parece tratarse de un típica situación de Levante. En altura, por el contrario dominan las componentes S y W. Concretamente los días 16 y 17 penetra viento del SE que si bien en principio se extiende a todos los niveles, se va restringiendo poco a poco a la troposfera media. La penetración de aire frío del día 19 se efectúa con viento del W-SW



La máxima velocidad se registra el día 19 a las 12 TMG a 199 hPa, con 66 kt.

g. Inestabilidad de estratificación

Sólo se da  $\alpha > \gamma$  en dos ocasiones y en la proximidad del suelo, mientras que la inestabilidad condicional por ascensos finitos aparece los días 18 y 19 extendiéndose este último desde el suelo hasta 900 hPa. Este mismo día es, de todos los episodios, el que registra el estrato saturado de mayor espesor (fig.III.6.41) lo que podría explicarse atendiendo al súbito enfriamiento registrado en la troposfera media y la elevada cantidad de vapor de agua que contiene.

Pese a todo la característica más importante es la inestabilidad convectiva que se registra en general por debajo de los 600 hPa. El día 17 a las 00 TMG se extiende entre 1000 y 600 hPa con unos ascensos mínimos que no llegan a 1000 m. Curiosamente, 12 horas después sólo se limita a la capa comprendida entre 750 y 850 hPa, por encima de la cual se extiende un estrato con estabilidad absoluta hasta 580 hPa.

Tabla IV.4.1

DÍA	HORA	ESTRATO (hPa)	ALTURA MINIMA (m)	
16	00	990-850	360	
		850-832	1050	
		812-674	1050	
		495-450	960	
16	12	1000-860	970	
		860-837	0	
		700-681	1150	
		681-568	580	
17	00	988-939	500	
		939-869	40	
		869-837	80	
	17	12	1000-850	610
847-830			220	
18	00	881-850	290	
		850-751	390	
	18	12	1000-909	520
			909-830	240
19	00	777-710	220	
		710-617	560	
		1000-882	210	
		909-830	60	
19	12	777-710	220	
		710-617	560	
		1012-1000	510	
		1000-873	430	
19	12	873-850	110	
		850-765	360	
		765-640	950	

#### h. Diagramas de masa de aire

Los días 16 y 17 se observa la característica masa k propia de la zona limítrofe de un anticiclón, con subsidencia entre 900 y 800 hPa. Los diagramas de masa de aire de los días 18 y 19 (fig. III.6.38), durante los cuales tuvo lugar el episodio, difieren considerablemente de los correspondientes a los episodios de Noviembre, lo que en parte también es debido a tratarse de otro mes. El del día 18 a las 00 TMG es el característico k propio de una perturbación ya vieja. Consecuencia del calentamiento diurno se observa 12 horas después una masa C a bajo nivel, que se mantiene durante el día siguiente.

El corte vertical corrobora la presencia de una masa cálida y potencialmente húmeda en la baja troposfera sobre la que se sitúa otra más fría y seca. En altura se tiene, sobre todo el día 19 a las 12 TMG, aire más cálido. Dada la escasa velocidad del viento, no es posible hablar de advección (fig.IV.4.14).

#### IV.4.6 Resumen y conclusiones

- Los días 18 y 19 de Octubre de 1977 se produjeron copiosas lluvias que afectaron al norte de Cataluña y al Departamento Francés de los Pirineos Orientales. Se iniciaron en la madrugada del día 18 y se prolongaron hasta la noche del día 19. La máxima cantidad recogida entre ambos días fue de 385 mm en Vialnova de Sau (Barcelona).
- A diferencia de los episodios de 1982 y 1983, se observa en este caso una traslación de las áreas de mayor cantidad de lluvia, del día 18 al día 19. Sin embargo, no es posible pensar en un movimiento del sistema hacia el Este, por ser el viento en la baja troposfera del SE. Esto indica que la precipitación importante no se debe a un sistema móvil, sino que es originada por la inestabilidad potencial y la orografía.
- Entre 850 y 100 hPa se identifica una estructura en  $\Omega$  que proporciona vientos del SW en altura. El día 18 el eje de la loma se encuentra muy próximo a Cataluña y al día siguiente esta región queda comprendida entre dicho eje y el eje de un surco de onda cor

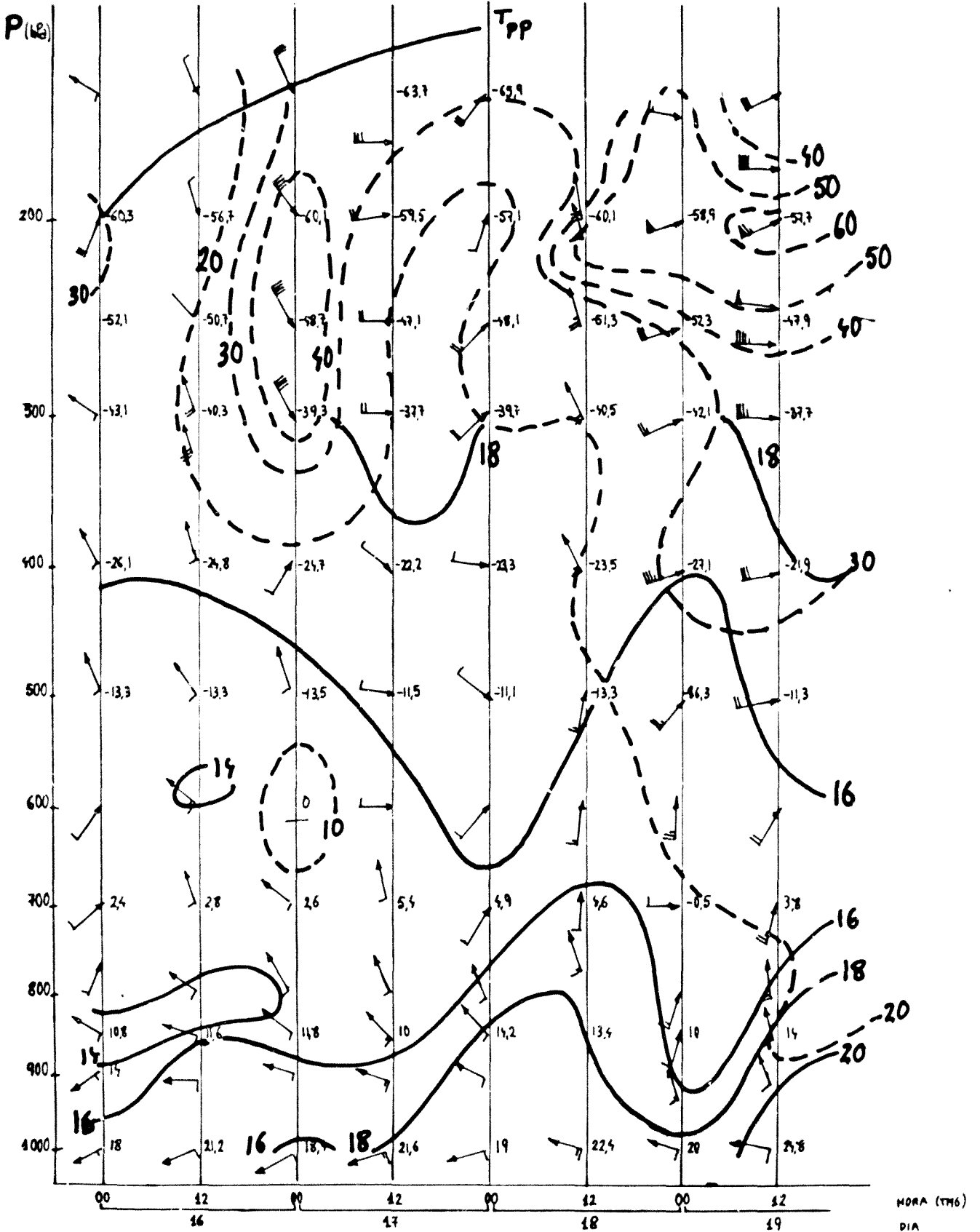


Fig.IV.4.14. Corte vertical de la troposfera en Palma. Evolución a lo largo del episodio. -- Isotermas — Líneas de igual  $\theta$ . A la derecha se inscribe la temperatura.

corta. Eso quiere decir que se pasa de la vecindad de un máximo de vorticidad anticiclónica a advección débil de vorticidad ciclónica, lo que indica  $\dot{\theta} > 0$ .

- A 300 hPa se produce una bifurcación de la corriente en chorro cuya rama meridional llega a alcanzar los 30° de latitud. Por otro lado se observa el reflejo del chorro a 500 hPa. Esta situación da vientos muy fuertes en el oeste de la Península.
- Si bien entre Argelia y Valencia hay zonas de agua del mar más calientes de lo usual, no se alcanzan temperaturas tan elevadas como en Noviembre de 1983. En el norte del Mediterráneo se observa una disminución de la temperatura del agua a medida que transcurre el episodio.
- El día 18 hay una masa de aire muy húmedo sobre la Península, procedente del Atlántico, y otra masa húmeda sobre el Mediterráneo, a 850 hPa. El día 19 el aire es muy húmedo hasta 700 hPa. Por encima de 500 hPa, el radiosondeo de Palma muestra la presencia de aire más bien seco aunque cálido. Es importante señalar que el aire que en altura llega al Mediterráneo es de origen atlántico, lo que justificaría su alto índice de humedad. Esta observación la corrobora no sólo el viento sino también el hecho de que el aire en las proximidades de Italia sea muy seco debido probablemente a la subsidencia anticiclónica.
- En cuanto a los radiosondeos de Palma, las curvas de humedad muestran una disminución entre el suelo y 900 hPa, lo que en general no sucede en los otros episodios, y que el día 18 a las 00 TMG se extiende a toda la troposfera. Tampoco se observa la presencia de una capa excepcionalmente seca en la troposfera media e incluso el día 19 el aire está muy húmedo entre 850 y 700 hPa. En este caso todos los índices indican el desarrollo de actividad convectiva el día 19. Al igual que en los episodios de Noviembre la masa de agua precipitable es considerablemente superior a la media lo que se justifica atendiendo a la elevada humedad y temperatura.
- Los días 17 y 18 se acentúa la penetración de aire muy cálido a todos los niveles, ya indicada los días anteriores en la topografía relativa. El día 19 el aire cálido que ha penetrado en Europa queda separado del situado en el norte de Africa y Cataluña queda en

la troposfera media y alta bajo aire más frío procedente del Oeste. Teniendo en cuenta que en superficie sigue siendo muy cálido esto favorece el desarrollo de la inestabilidad.

- Si bien todas las estaciones registran una ligera disminución de presión entre los días 17 y 18, en general se mantiene por encima de los 1013 hPa lo que indica que está dentro de la zona anticiclónica. La disminución observada y el posterior aumento pueden deberse exclusivamente a las corrientes ascendentes y descendentes de los cumulonimbos.
- Los ascensos mínimos necesarios para la inestabilización eran de unos cientos de metros e incluso menos de cien. Es posible que el día 18 se produjese una penetración por los valles del Ter y del Fluvià que explicaría en parte las fuertes lluvias registradas en el Ripollés y la comarca del Osona. El día 19 las montañas de la costa bastaron para desarrollar los cumulonimbos y desencadenar las lluvias. El hecho de que la incidencia fuera del Este-Sureste, justifica el que apenas lloviese en Port de la Selva, que queda en la parte norte, a sotavento de las montañas ya mencionadas.
- Es posible que como consecuencia de la advección de vorticidad ciclónica debida al surco de onda corta se produjese una ciclogénesis y que incluso se formase una depresión de mesoescala sobre la zona afectada que escapase a la red sinóptica. Sin embargo se trata tan sólo de una mera especulación ya que no se dispone de dato alguno que permita comprobarlo

# LA VANGUARDIA

395

## ESPAÑOLA

BARCELONA (1)  
Martes, 21 de septiembre de 1971

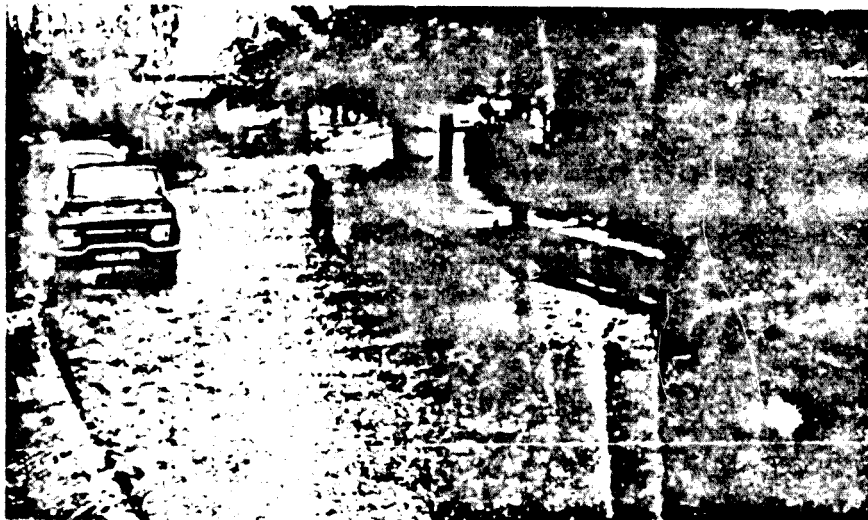
Redacción y Adm.: PELAYO, M.  
TELEF. 84.336 y 84.781  
Teléfono 221-41-35 (6 líneas)

Precio de este ejemplar: 5 pts.

FUNDADORES: DON CARLOS Y DON BARTOLOMÉ GODO

Año LXXXVII - N.º 32.750

### Gerona, inundada por una tromba de agua



He aquí dos aspectos de Gerona en el día de ayer, después de caer una gran tromba de agua que inundó sus calles principalmente la del Carmen donde la totalidad de tiendas y viviendas se han visto anegadas. En una de las fotos aparece el río Oñar mostrando una considerable crecida y en la otra vemos los apuros de un peatón que se lanzó a cruzar una de las calzadas de la ciudad.

(Fotos Ojra Gráfico)

### El "Concorde" en el aeropuerto de Las Palmas

El "Concorde 001", el avión supersonico de fabricación franco-británica aterrizó en el aeropuerto de Las Palmas. Procedía de América y lo pilotaba el señor André Turcat, director de vuelos de ensayos de la Empresa Sud Aviation. En el aeropuerto el Cabildo Insular y el Ayuntamiento de Las Palmas obsequiaron al piloto con un "Can de plom" y una bandera respectivamente. Por su parte, el señor Turcat hizo entrega al Cabildo de una maqueta del avión.



Edición VILA  
REDACCIÓN  
ADMINISTRACIÓN  
Palayo, 28 (1)  
TELÉFONOS  
221 - 41 - 88  
(SEIS LINEAS)  
TÍTULOS 24.120 y 24.781  
CANTIDAD 1.000  
A 3 PÁGINAS

# LA VANGUARDIA

## ESPAÑOLA

PRECIO DE CADA  
EJEMPLAR **5 Pesetas**  
Circulación diaria: 1 página

Director: Horacio Sáenz Guerrero

MIÉRTES, 21 septiembre 1971

PRECIO DE CADA  
EJEMPLAR **5 Ptas**  
CANTIDAD 1.000  
A 3 PÁGINAS

### LA MAGISTRATURA

En el acto de apertura de los VII Jurados, el juez Juan Barón, presidente del más Alto Tribunal, presentó la grave propuesta de la actual administración de Justicia con un presupuesto de 1972 que es una continuación de la política de desmantelamiento de la institución judicial y de la independencia de la magistratura. El juez Barón, en su discurso, afirmó que el presupuesto de 1972 es una continuación de la política de desmantelamiento de la institución judicial y de la independencia de la magistratura.

Antes algunas de estas graves cuestiones... como la del autovaloramiento... ya lo vimos en el presupuesto de 1971... en el que se redujo el número de jueces... y se aumentó el número de magistrados... lo que provocó una grave crisis de la institución judicial.

Por el problema de la revuelta o de la reforma legislativa no se reduce a actualizar las leyes... sino también las preveídas y las de organización... puesto que un vehículo del derecho y la garantía de que prevalece. No es razonable considerar que el derecho privado... con recursos económicos que se reciben sólo una vez al año...

La reforma legislativa no se reduce a actualizar las leyes... sino también las preveídas y las de organización... puesto que un vehículo del derecho y la garantía de que prevalece. No es razonable considerar que el derecho privado... con recursos económicos que se reciben sólo una vez al año...

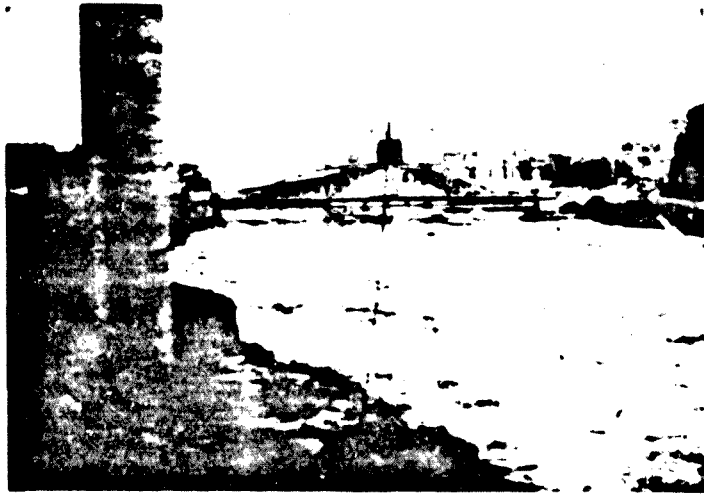
La reforma legislativa no se reduce a actualizar las leyes... sino también las preveídas y las de organización... puesto que un vehículo del derecho y la garantía de que prevalece. No es razonable considerar que el derecho privado... con recursos económicos que se reciben sólo una vez al año...

La reforma legislativa no se reduce a actualizar las leyes... sino también las preveídas y las de organización... puesto que un vehículo del derecho y la garantía de que prevalece. No es razonable considerar que el derecho privado... con recursos económicos que se reciben sólo una vez al año...

## GRAVES INUNDACIONES EN CATALUÑA

Las aguas han causado siete muertes, serios daños en diversas localidades y corte de los servicios de transporte y comunicaciones en casi toda la región

**PRECIPITACION DE 308 LITROS DE LLUVIA POR METRO CUADRADO EN ESPARRAGUERA**



El río Llobregat se ha pasado por Martorell al fondo el puente llamado del «Diablo», y en primer término los postes de la futura autopista. (Foto Europa Press.)

### MARORELL: QUINIENTAS PERSONAS AISLADAS EN SUS HOGARES, RESCATADAS CON BARCAS

Los daños económicos se centran en el polígono industrial, totalmente inundado

Martorell, 20. (De nuestro redactor Rafael WIRTH). — Las empresas de polígono industrial de Martorell han recibido la peor parte de una vez de desbordamiento del río Llobregat... las viviendas de la zona... las industrias dedicadas a la construcción de maquinaria... las viviendas de la zona... las industrias dedicadas a la construcción de maquinaria...

Las industrias dedicadas a la construcción de maquinaria... las viviendas de la zona... las industrias dedicadas a la construcción de maquinaria...

Las industrias dedicadas a la construcción de maquinaria... las viviendas de la zona... las industrias dedicadas a la construcción de maquinaria...

Las industrias dedicadas a la construcción de maquinaria... las viviendas de la zona... las industrias dedicadas a la construcción de maquinaria...

### Egipto rechazará violentamente todo ataque israelí

Declaraciones del ministro de la Guerra, teniente general Sadek

El Cairo, 20. — El ministro egipcio de la Guerra, teniente general Mohamed Sadek, ha cursado el orden a las fuerzas armadas egipcias de rechazar toda tentativa israelí de desplazar contra nuestras posiciones... informa hoy la Prensa egipcia.

El orden de Sadek fue enviado a todas las unidades del frente del Canal de Suez y dice que deberá usarse toda clase de armas para desarticular inmediatamente el intento israelí. Este orden se produce después de los disparos del sábado en los que se intentó atacar posiciones egipcias con proyectiles «Gizka».

Según informaciones militares a las 10 de la mañana del sábado, el presidente de Egipto, Gamal Abdel Nasser, se reunió con los miembros de su gabinete y se decidió declarar el estado de guerra con Israel. El presidente de Egipto, Gamal Abdel Nasser, se reunió con los miembros de su gabinete y se decidió declarar el estado de guerra con Israel.

### EL TENIENTE GENERAL DIEZ-ALEGRIA ASISTE AL DESFILE CONMEMORATIVO DE LA INDEPENDENCIA DE CHILE

«Para el corazón de un viejo soldado, no hay fiesta como ésta, cuando sale tu tierra», dijo al presidente Allende

Santiago de Chile, 20. — Fuera de programa y del protocolo el jefe del Alto Estado Mayor del ejército español, teniente general Manuel Diez-Alegria, asistió al desfile conmemorativo de la independencia de Chile...

El general Diez-Alegria, asistió al desfile conmemorativo de la independencia de Chile... el general Diez-Alegria, asistió al desfile conmemorativo de la independencia de Chile...

En un buen estado. El delegado provincial de Sindicatos que acudió a la... la situación de la industria que también...

Los daños ocasionados a las viviendas... las viviendas de la zona... las industrias dedicadas a la construcción de maquinaria...

Los daños ocasionados a las viviendas... las viviendas de la zona... las industrias dedicadas a la construcción de maquinaria...

Los daños ocasionados a las viviendas... las viviendas de la zona... las industrias dedicadas a la construcción de maquinaria...

Los daños ocasionados a las viviendas... las viviendas de la zona... las industrias dedicadas a la construcción de maquinaria...

(Continúa en la página siguiente)

**SUMARIO DEL PRESENTE NUMERO QUE CONSTA DE 84 PAGINAS**

Información Nacional: Páginas 7 a 9

Título de LA VANGUARDIA: Página 11

Suplemento de Economía: Páginas 13 a 15

Información del Extranjero: Páginas 17 a 25

Información de Barcelona: Páginas 27 a 28

Neurología: Páginas 29 a 30

Historia de Cataluña: Páginas 31 a 32

Información Descriptiva: Páginas 33 a 35

Noticias: Páginas 36 a 38 y 54 a 55

Noticias de Asturias: Páginas 40 a 41

Programa de Radio y TV: Páginas 42 a 43

Reportajes diversos: Páginas 44 a 45

México: Temas: Páginas 46 a 48

Cartas de los lectores: Páginas 49 a 53

Resumen: Páginas 54 a 55

**LA ESTRE:**

**NA INVENTO GORGOS SEFERIS**

El primer grupo Gorgos Sefaris, formado en 1958, ha publicado un libro de 200 páginas.

**ASAMBLEA GENERAL DE LA O.I.L.M.**

Asamblea de Lufa Parroquia del valle de los ríos de la O.I.L.M. en Chile invitado por el ministro de Educación Alejandro Ríos Valdovinos para asistir a la celebración del 101 aniversario de la independencia de la República. Mañana martes regresará a Madrid.

# LA VANGUARDIA <sup>397</sup>

## ESPAÑOLA

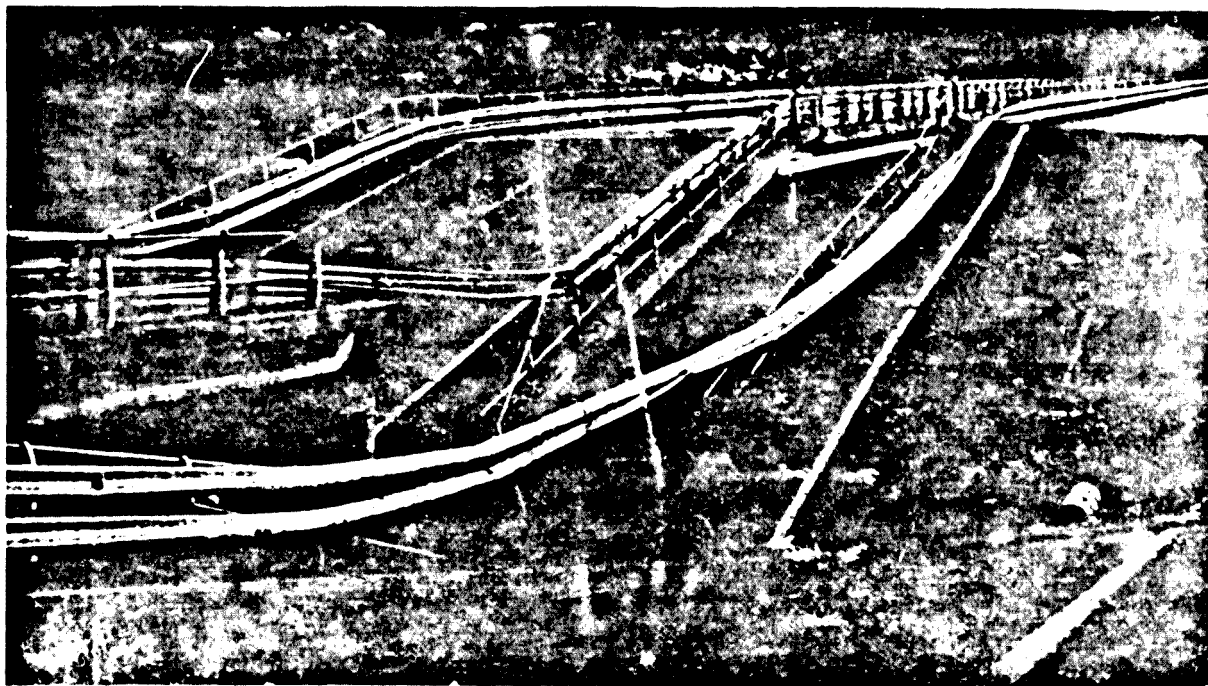
BARCELONA (1)  
Miércoles, 22 de septiembre de 1971

Redacción y Admón. PLAZA DE  
SOLÍS, 44.530 y 44.781  
Teléfono 221.41.35 (6 líneas)

Precio de este ejemplar 5 ptas.

FUNDADORES DON CARLOS Y DON BARTOLOMÉ GODO

Año LXXXVII - N.º 32.751



### Comarcas catalanas anegadas por persistentes y torrenciales lluvias

Ha sido algunas horas críticas por los efectos de las persistentes y torrenciales lluvias caídas sobre la provincia de Barcelona, que produjeron un masivo desbordamiento de varios ríos y grandes inundaciones, causando numerosos muertos y cuantiosos daños materiales.

Zona del Prat de Llobregat



Bertranri







#### IV.5. Episodio del 20 de Septiembre de 1971

##### IV.5.1 Introducción

El día 20 de Septiembre de 1971 se produjeron importantes lluvias que afectaron a la práctica totalidad de Cataluña. Las precipitaciones más intensas correspondieron a Gerona y Barcelona. En esta última provincia se desbordó el río Llobregat, para el que se midieron los mayores volúmenes de agua registrados hasta ese momento en el presente siglo, con un caudal estimado en Martorell de 3080 m<sup>3</sup>/s, elevándose unos diez o doce metros por encima de su cauce normal. En Gerona se desbordó el río Tordera y el río Güell, así como numerosos torrentes. Como consecuencia de ello quedaron cortados transportes y comunicaciones; se interrumpió el suministro de energía eléctrica y agua; Monistrol, Pont de Vilamura, Sant Vicens de Castellet, Castellbell, Martorell y otros pueblos, quedaron parcialmente inundados, se produjeron graves daños en 450 industrias y se perdieron las cosechas del delta del Llobregat, totalizando unos 7000 millones de pérdidas. Sin embargo, todavía fue más lamentable el número de víctimas mortales: 19 en total.

Además del efecto devastador de la lluvia debe considerarse el del viento. Así, en Barcelona, sopló un viento muy fuerte con rachas de 56 kt, que produjo destrozos en el arbolado, tendido eléctrico y antenas. En esta ciudad aunque se registraron aguaceros por la mañana y por la tarde, fueron de muy corta duración.

Según informó la prensa, empezó a llover por la mañana, aunque el temporal no se formó hasta las 3 de la tarde, hora hacia la que se registró la mayor velocidad del viento. Las lluvias se prolongaron hasta el día 23, superándose cada día en algún punto los 100 mm.

##### IV.5.2 Análisis pluviométrico

Entre los días 18 y 22 (figs. IV.5.1 a IV.5.6) sólo se registraron precipitaciones en el N de la Península, donde fueron muy importantes entre las 6 de la tarde del 19 y las 6 de la tarde del 20. El día 21 granizó en Tudela. Los días 23 y 24 las lluvias se produjeron al E de la Península, dándose las máximas cantidades en Cataluña (obsérvese la diferencia con los episodios de Noviembre en que llovía principalmente en el S de la Península, lo que como se verá más adelante, queda justificado atendiendo a la configuración sinóptica).

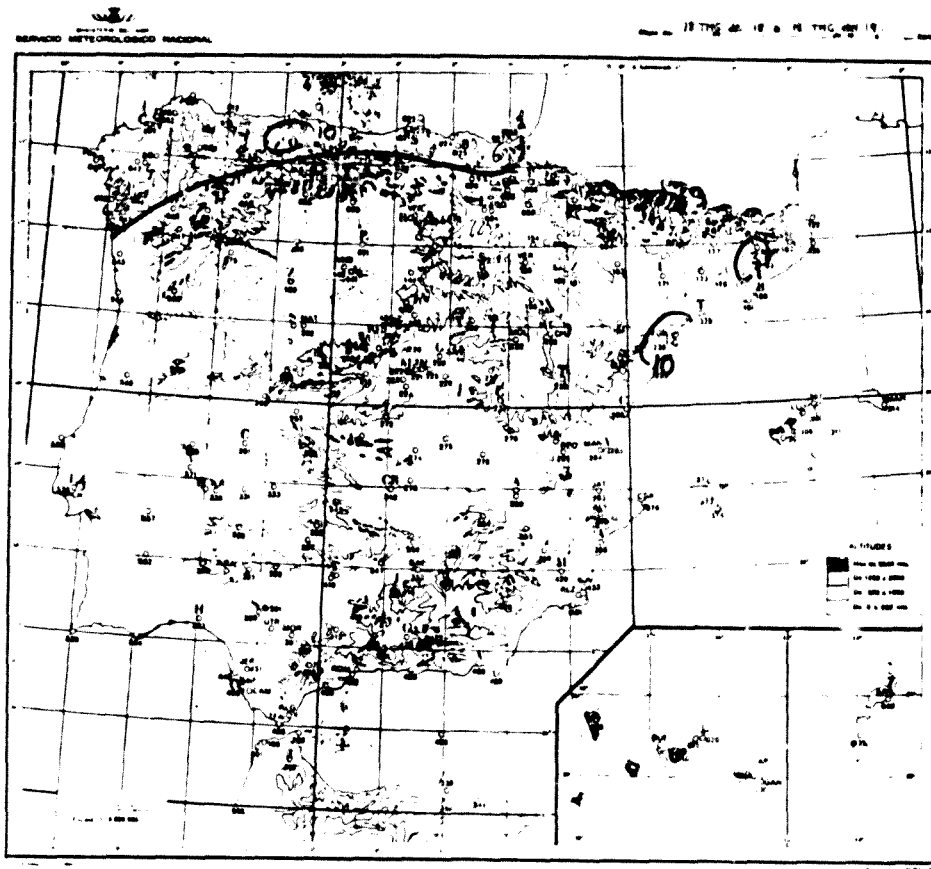


Fig.IV.5.1. Precipitación acumulada entre las 6 de la tarde del día 18 y las 6 de la tarde del día 19.

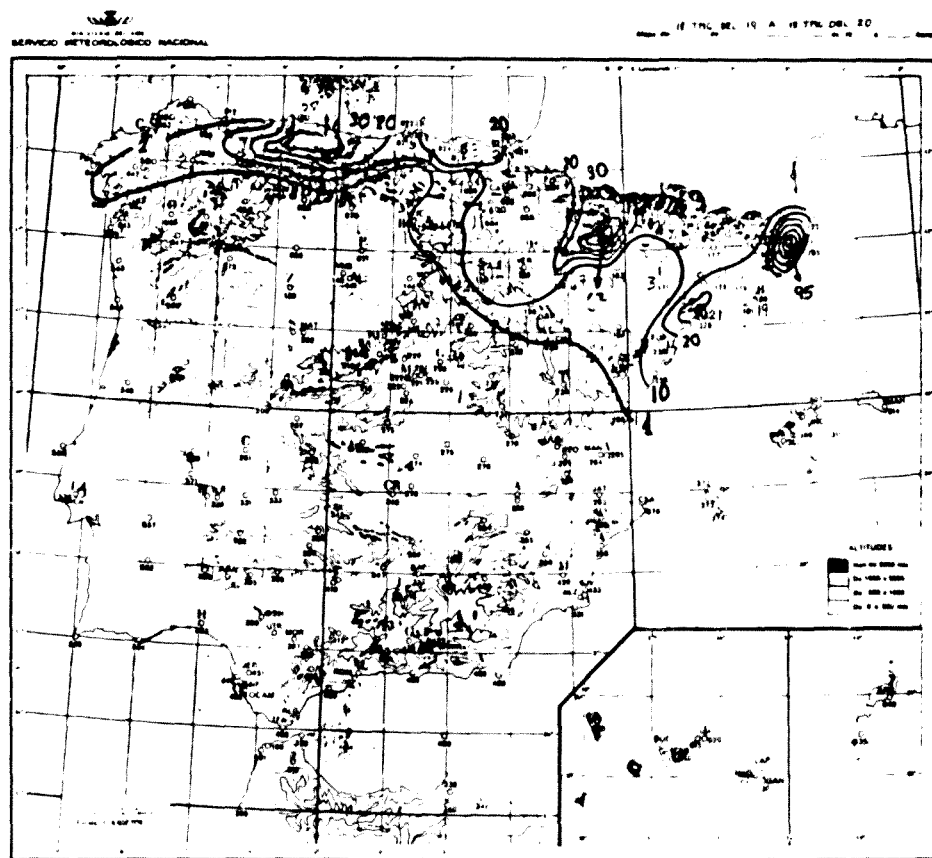


Fig.IV.5.2. Precipitación acumulada entre las 6 de la tarde del día 19 y las 6 de la tarde del día 20

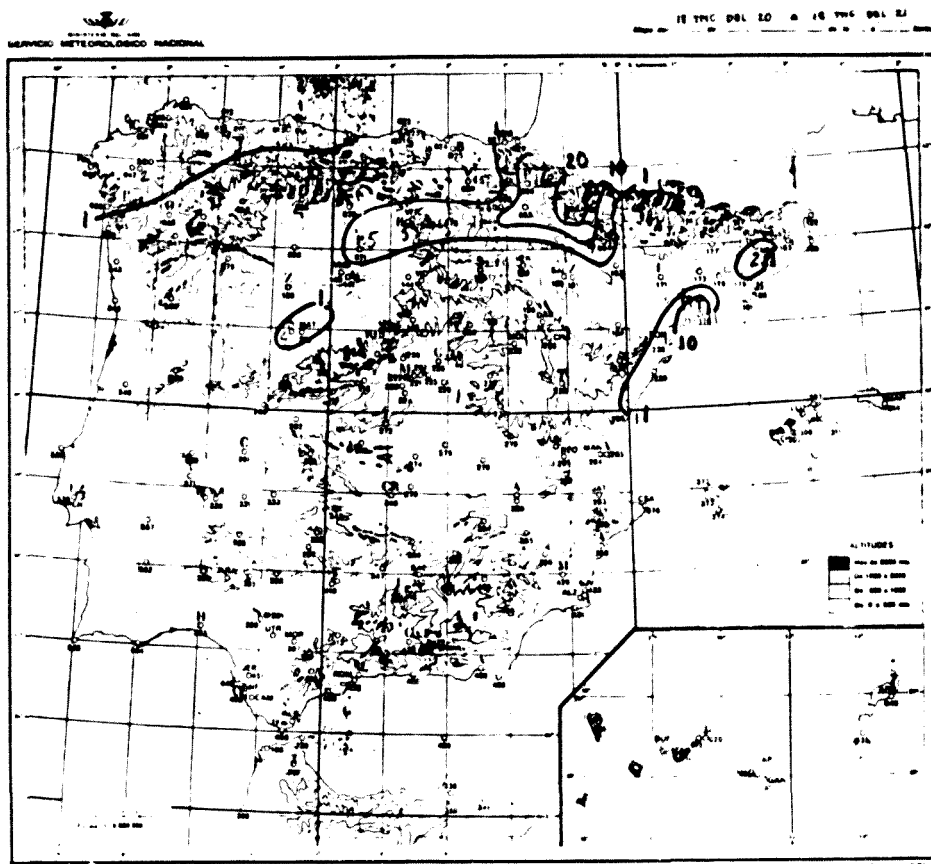


Fig.IV.5.3. Precipitación acumulada entre las 6 de la tarde del día 20 y las 6 de la tarde del día 21.

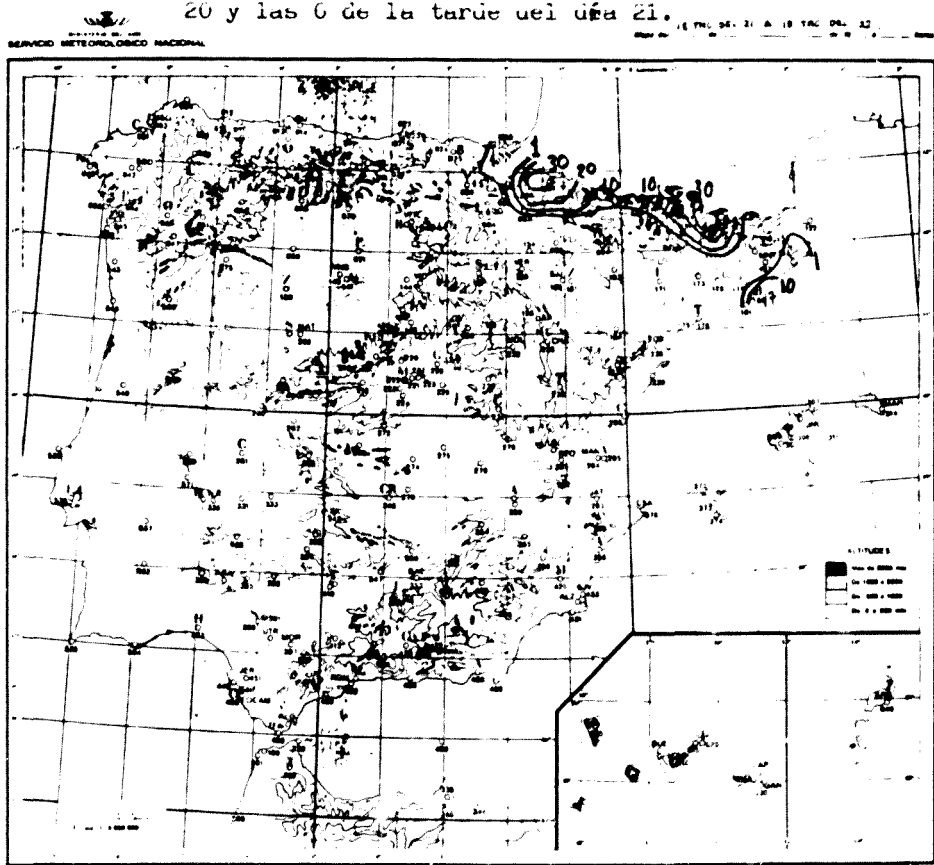


Fig.IV.5.4. Precipitación acumulada entre las 6 de la tarde del día 21 y las seis de la tarde del día 22.

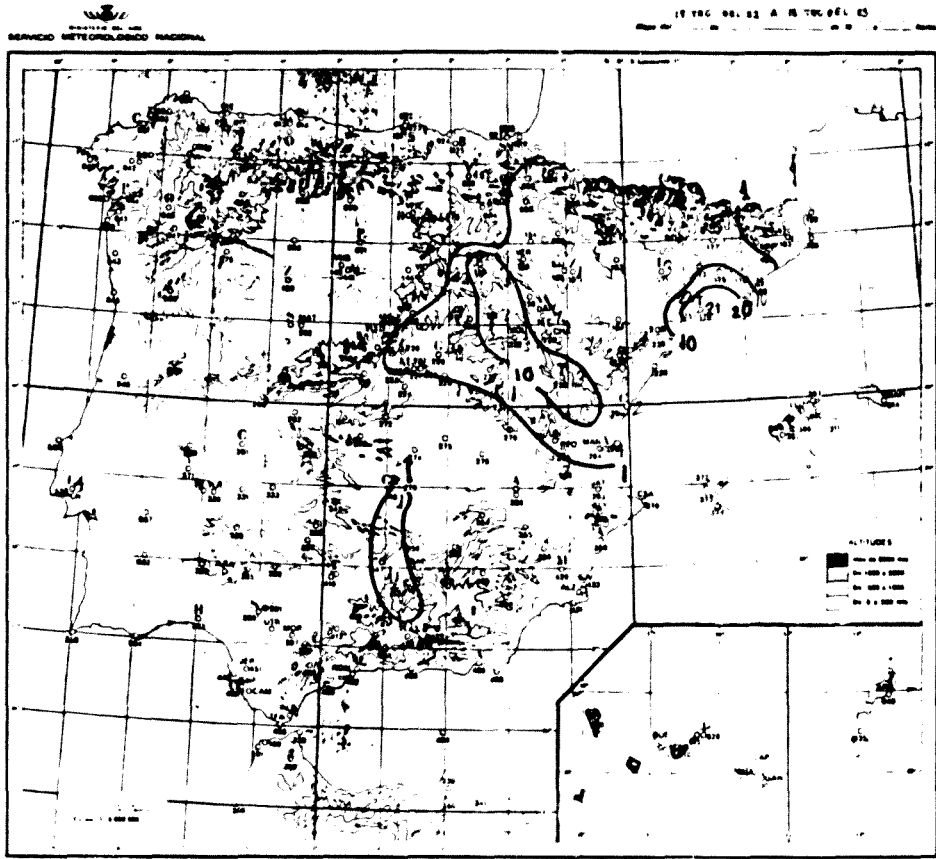


Fig.IV.5.5. Precipitación acumulada entre las seis de la tarde del día 22 y las seis de la tarde del día 23.

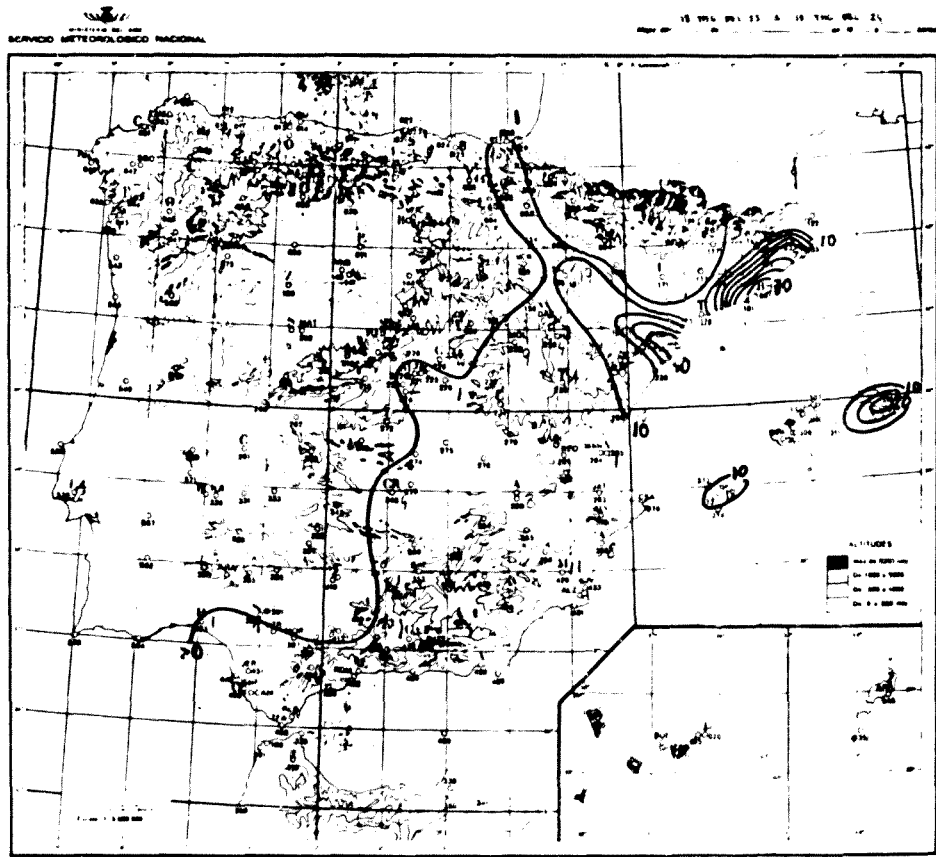


Fig.IV.5.6. Precipitación acumulada entre las seis de la tarde del día 23 y las seis de la tarde del día 24.

A partir de las fichas pluviométricas se observa que el día 19 apenas llovió, con excepción de algunos puntos de Gerona como, por ejemplo, Figueras, en donde se llegaron a recoger 288,5 mm.

El día 20 (fig.IV.5.7) las lluvias se produjeron en toda Cataluña y parte de Aragón, si bien las máximas cantidades se recogieron en el Empordà (Figueras, 223 mm) el Maresme y la Selva (Palautordera, 275 mm), Baix Llobregat (Gavà, 114 mm), el Bages (Balsareny, 200 mm) y el Vallés Occidental (Esparraguera, 308 mm). Aunque en Aragón la máxima fue de 124,5 mm (Pantano El Grado), en la mayoría de las estaciones de Huesca y Zaragoza las precipitaciones recogidas este día fueron las más cuantiosas en 24 horas de todo el mes.

El día 21 algunas estaciones registraron más de 100 mm, como por ejemplo Caldas de Montbuy (107,7 mm) o La Batlloria (177 mm), estaciones que, curiosamente, el día anterior no alcanzaron los 50 mm. El día 22, fue toda la Costa Brava la que registró mayores lluvias (193,2 mm en La Escala; 285 mm en Cadaqués). El día 23 se recogieron 142,3 mm en Moyà, 158,6 mm en Cardedeu, pero sólo 5,4 mm en Cadaqués.

El análisis de las isoyetas de los días 20 a 23 (fig.IV.5.8) muestra numerosos núcleos con precipitación superior a 200 mm. Los valores más altos corresponden al Vallés (S.Baudilio de Llobregat, 400,5 mm) y Alt Empordà (Cadaqués, 390,6 mm), superándose también los 300 mm en el Baix Ebre (perelló, 313 mm).

Por los datos que se tiene de las estaciones completas, las lluvias se iniciaron entre las 0 y las 7 de la mañana del día 20, con excepción de las estaciones montañosas en las que ya llovió durante todo el día anterior (en La Molina se recogieron entre las 0 y las 24 h del día 19, 99,8 mm). En estas últimas, el episodio se prolongó hasta el día 24. En la figura IV.5.9 se indican las cantidades recogidas día por día entre las 0 y las 24 h, en cada estación. Obsérvese que en Gerona y el Montseny, las máximas cantidades se recogieron el día 20; en Lérida y La Molina, el día 22, lo que indicaría un movimiento hacia el Oeste de un sistema o, tal vez más probablemente, dado el carácter localizado de las precipitaciones, la formación de nuevas células al W de las primitivas. En Barcelona, fueron el día 24, fecha en que también fueron considerables las cantidades recogidas en Gerona y el Montseny, lo que parece indicar una regresión hacia la costa o bien, una segunda oleada de células convectivas que esta vez no llegarían a progresar hacia el Oeste.

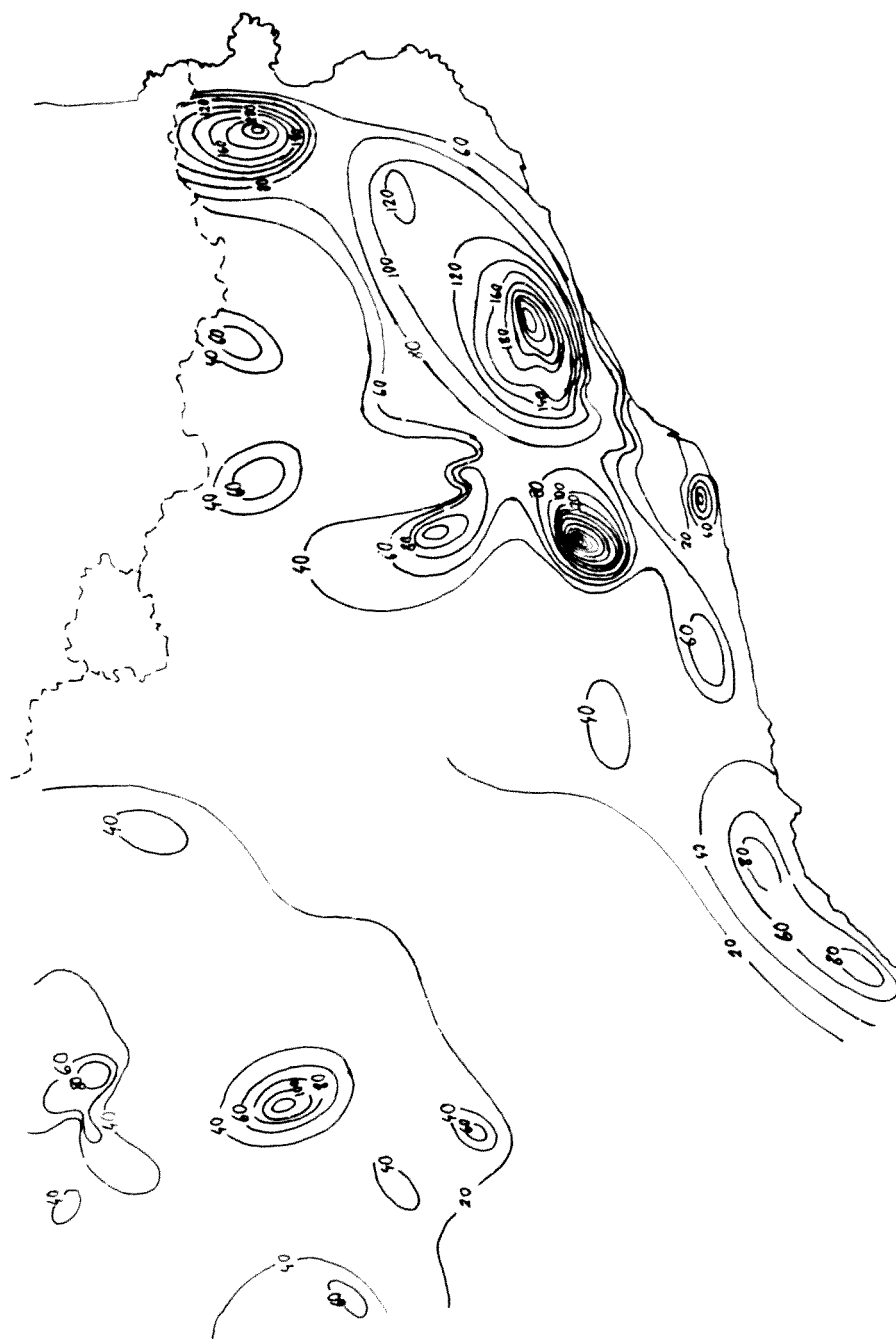


Fig.IV.5.7. Precipitación del día 20 de Septiembre de 1971

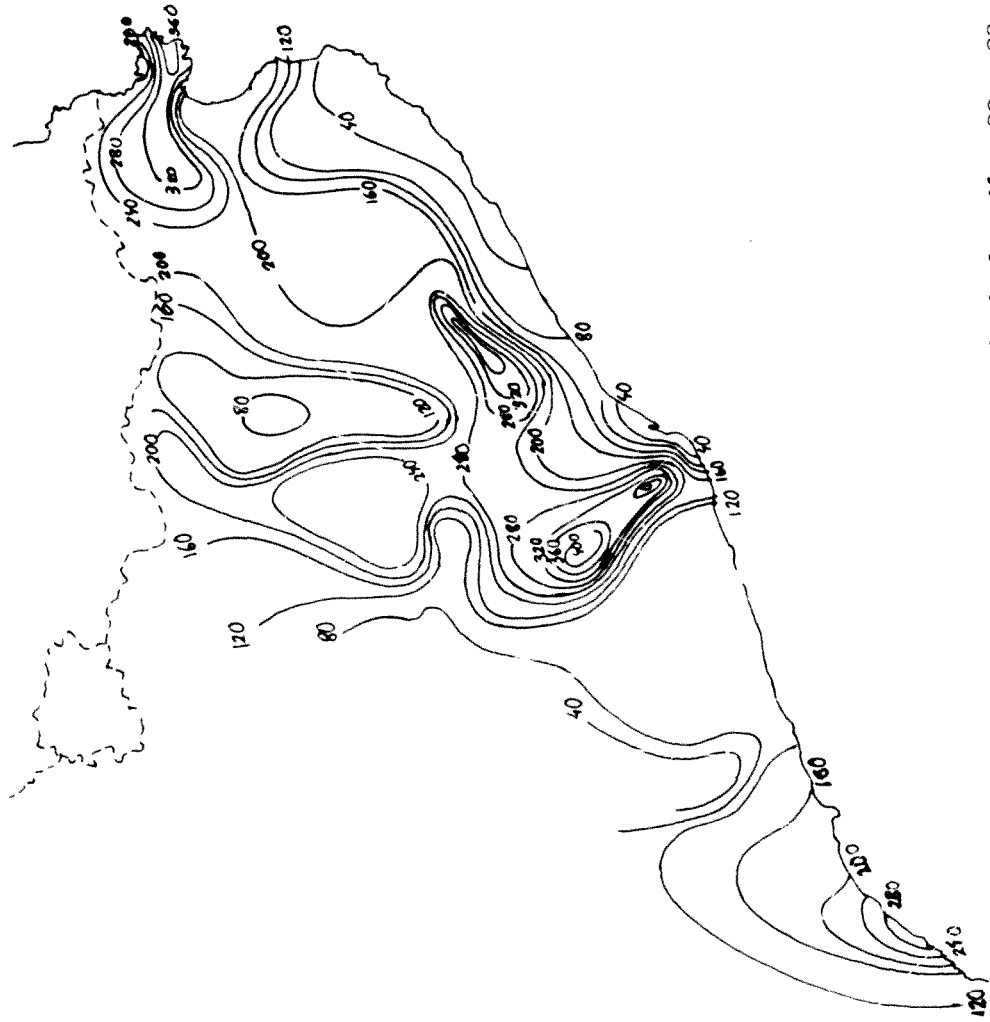


Fig.IV.5.8. Precipitación acumulada de los días 20 a 23 de Septiembre de 1971



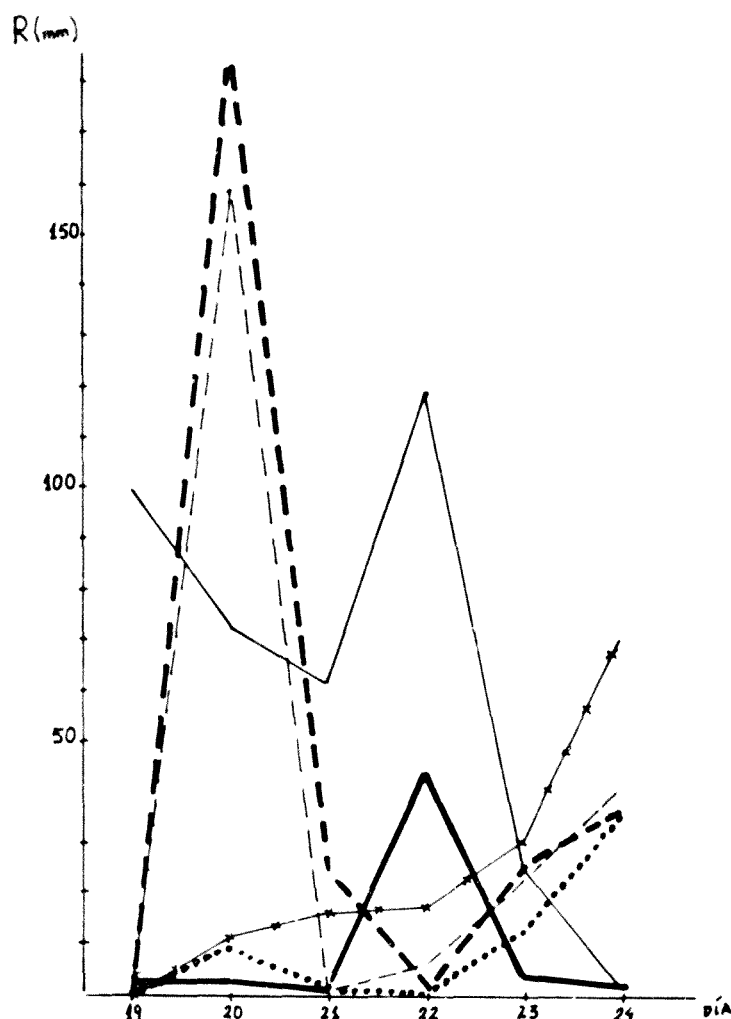


Fig. IV.5.9. Evolución de la precipitación diaria.

— Barcelona (aer.)    ... Barcelona    — Gerona  
 - - Montseny            — La Molina    — Lérida

Los diarios meteorológicos de las diversas estaciones indican que el cielo estuvo cubierto durante todo el episodio. La lluvia fue debida principalmente a chubascos y tormentas con fuerte aparato eléctrico. El hecho de que se tratase de lluvia de corta duración y gran intensidad, lo corroboran las bandas de diversos pluviógrafos tales como el de La Ametlla, Caldas de Montbuy o el del colegio La Salle de Figueras, donde en 4 h 30' se registró una precipitación de 370 mm (fig. IV.5.10).

Durante el periodo comprendido entre los días 19 a 23, también se registraron tormentas violentas en Perpignan. Empezaron la tarde del 19 y alcanzaron su máxima intensidad en las madrugadas del 20 y del 21 (46 mm entre las 0500 y las 0555 TMG de este día). La máxima en 24 h fue de 95,9 mm, el día 21.

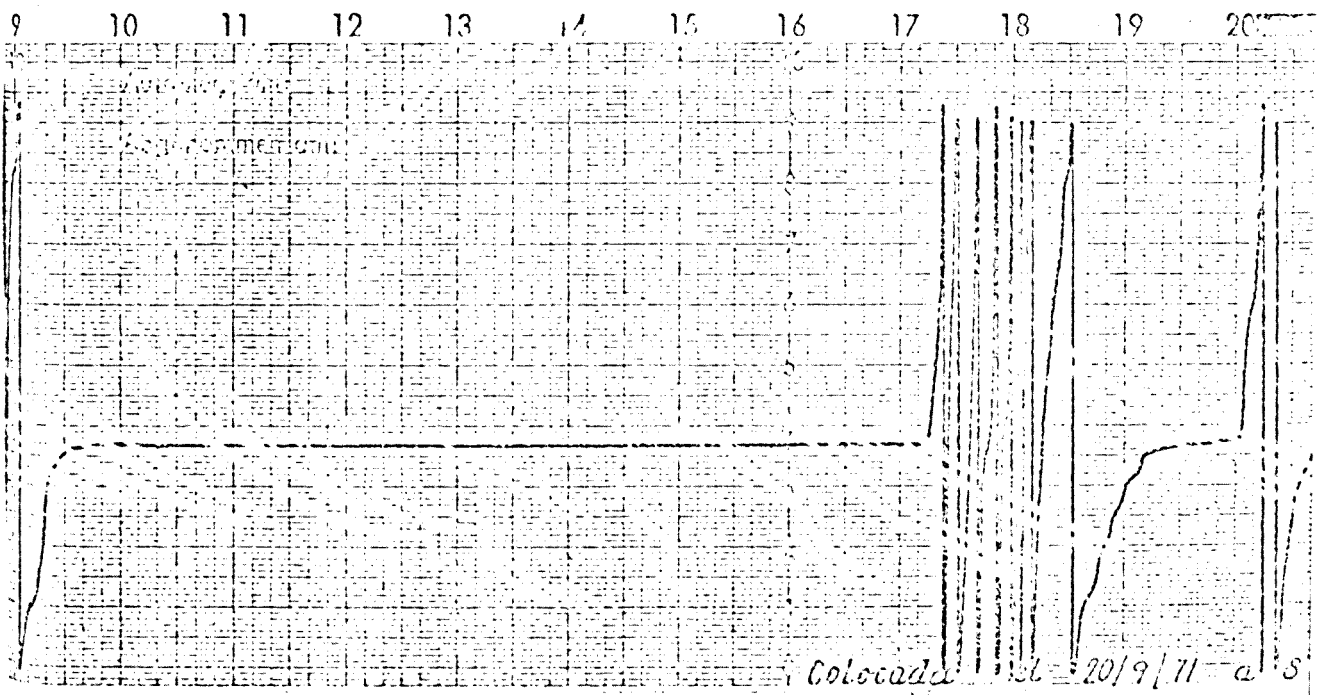
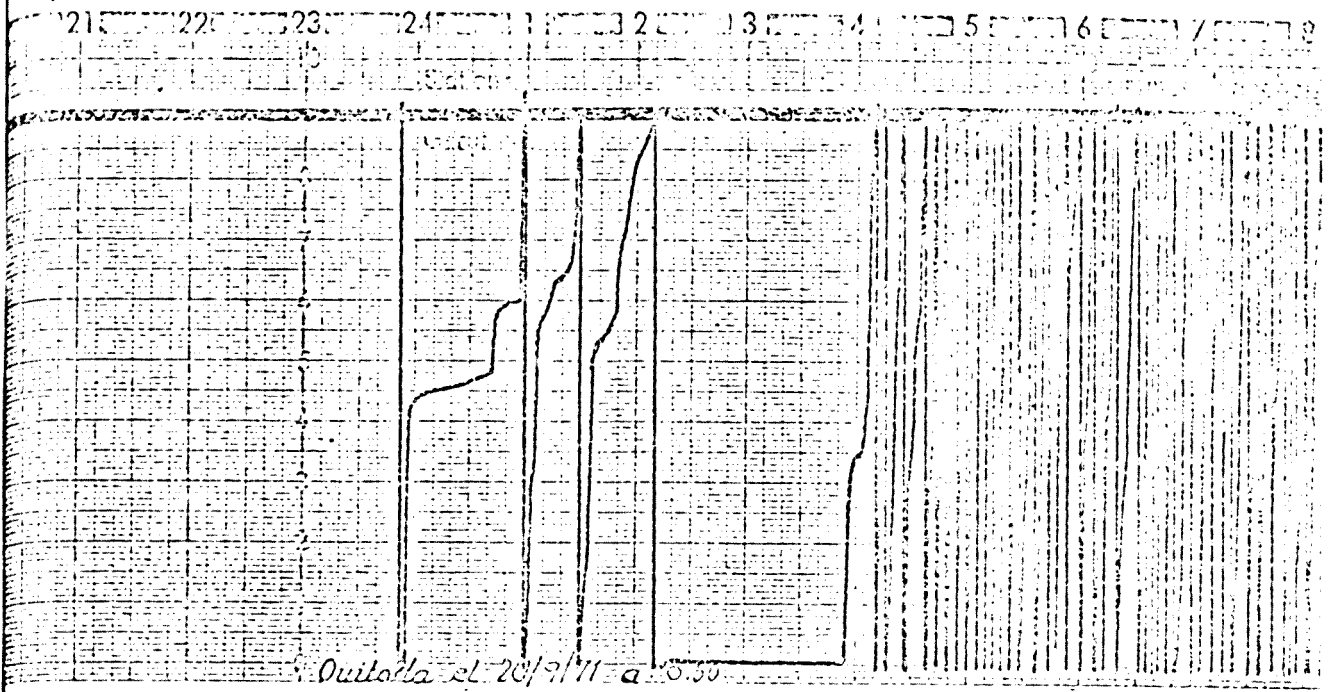


Fig.IV.5.10. Pluviógrafo de Figueras (Colegio La Salle): de 21 h dfa 19-IX-71 a 21 h dfa 20-IX-71. (Extraído de Novoa, 1981)

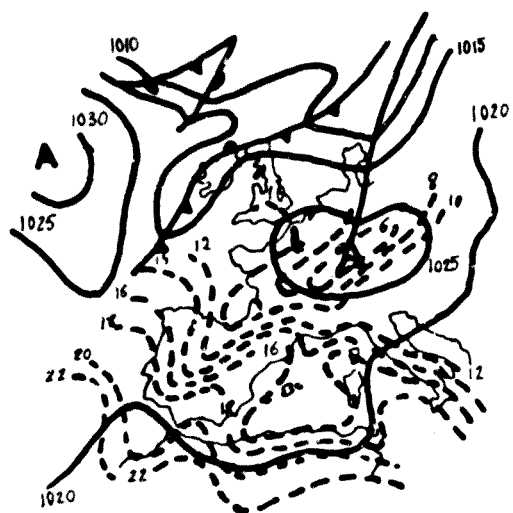
### IV.5.3 Análisis de la situación sinóptica

Este es un episodio que ya ha sido estudiado en un capítulo anterior con motivo de la presencia de una gota fría. Así pues, cuando se hable de líneas de corriente se estará haciendo referencia a las figuras representadas en el capítulo II. Por otro lado, la situación a 500 hPa también se ha descrito con bastante detalle, por lo que se considera inoportuno insistir demasiado en ella. En las figuras IV.5.11a a IV.5.11f se representan los análisis en superficie de las 00 TMG y en las figuras IV.5.12a a IV.5.12f, los análisis a 500 hPa efectuados a esa misma hora.

El día 18 se forma una gota fría al sur de Irlanda que se detecta hasta 700 hPa. Se localiza entre dos anticiclones: uno situado sobre Europa central y otro sobre el Atlántico. Sobre el mar Adriático y el este de Polonia hay otras dos gotas frías de menor importancia que forman parte de un único núcleo de aire frío en la topografía relativa.

La temperatura del agua de mar oscila entre 20,2° C y 24,5° C, con los valores máximos en la parte central del Mediterráneo occidental; esta temperatura es en todo lugar superior a la del aire sobre el mar, que oscila entre los 16 y 22° C. No se dispone de datos de temperatura a las 12 TMG (el mapa de superficie de las 12 TMG llega solamente hasta Francia), pero los correspondientes a las 00 TMG no parecen indicar nada anormal.

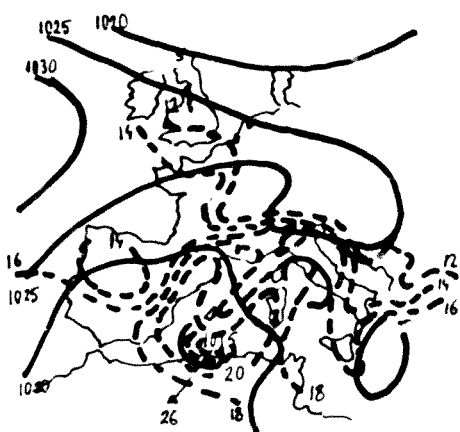
Aunque según los mapas del Servicio Meteorológico Alemán no parece haber viento en superficie, los datos de las estaciones completas muestran valores considerables. Por ejemplo, en el Montseny el viento fue principalmente del SW con una racha máxima de 34,6 kt; tanto en Barcelona como en el Prat se produjo hacia el mediodía un viraje pasando de componente N a S con una racha máxima de 32 kt. Este cambio de dirección se registró también en Lérida y Gerona, mientras que en La Molina, el viento, de componente E, fue flojo. En Barcelona el cielo estuvo cubierto casi todo el día en más de un 50% de nubes cumuliformes, e incluso cumulonimbos, y se produjeron tormentas y chubascos. El cielo estuvo parcialmente cubierto en las otras estaciones si bien no llovió con excepción del Montseny, en donde se recogieron 3 mm (esta estación quedó completamente cubierta de nubes desde el día 18 hasta el 24). Probablemente las rachas de viento observadas en este episodio se deben a la turbonada de los cumulonimbos más que a un campo generalizado de vientos fuertes.



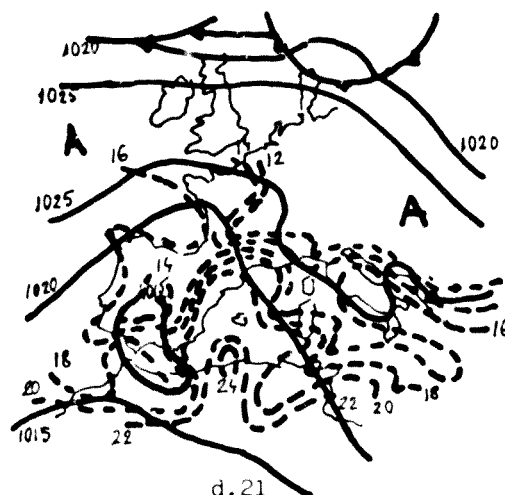
a.18



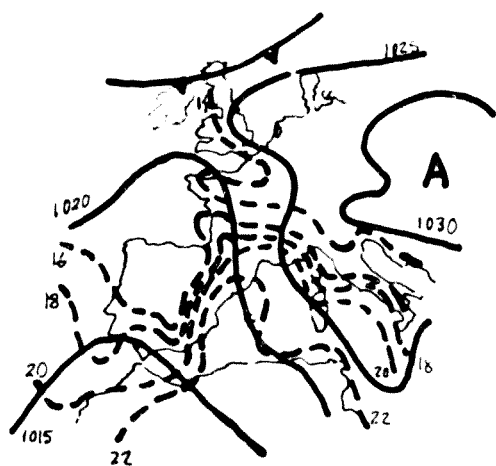
b.19



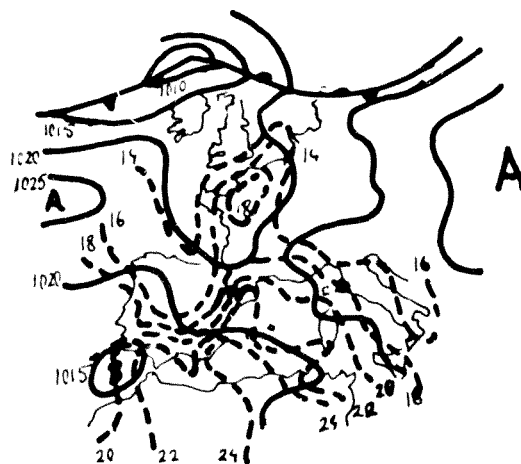
c.20



d.21

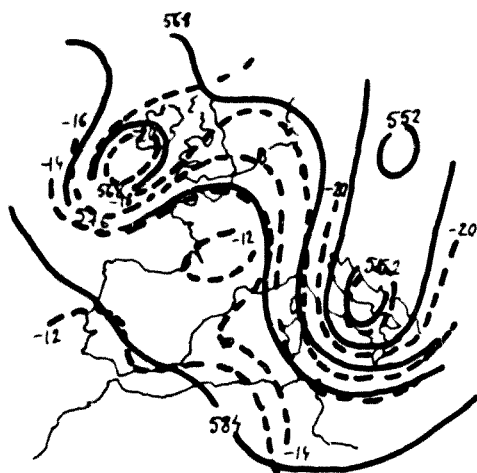


e.22

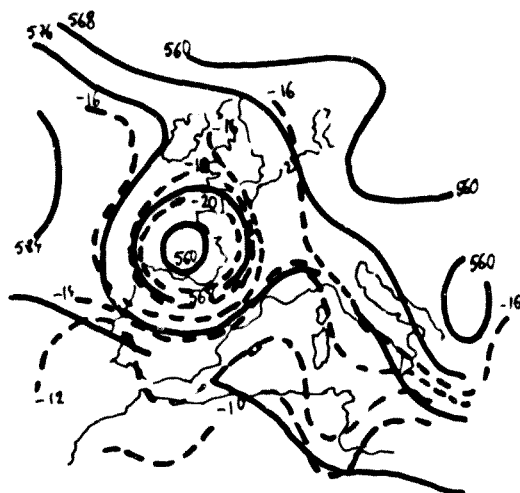


f.23

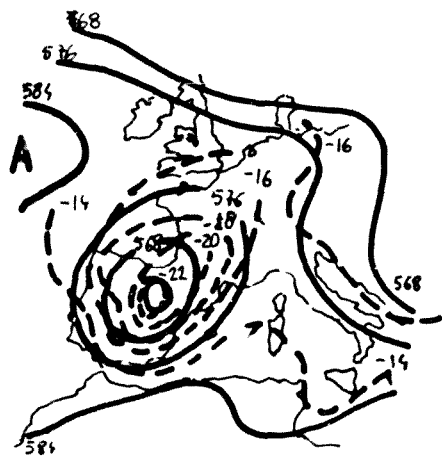
Fig.IV.5.11. Análisis en superficie de los días 18 a 23 de Septiembre de 1971 a 00 TMG. En trazo discontinuo se representan las isotermas.



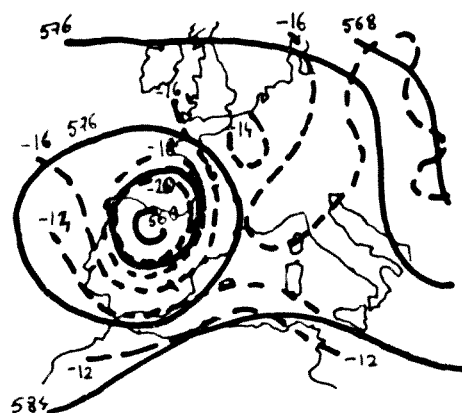
a.18



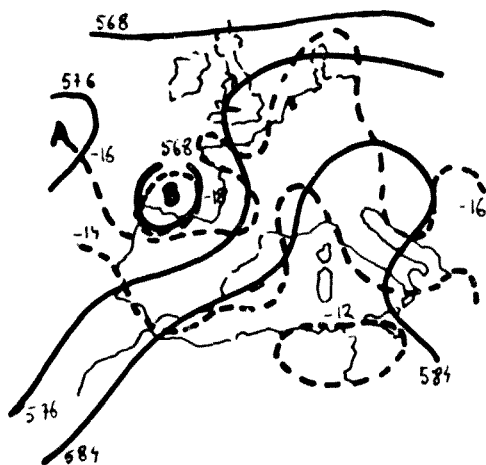
b.19



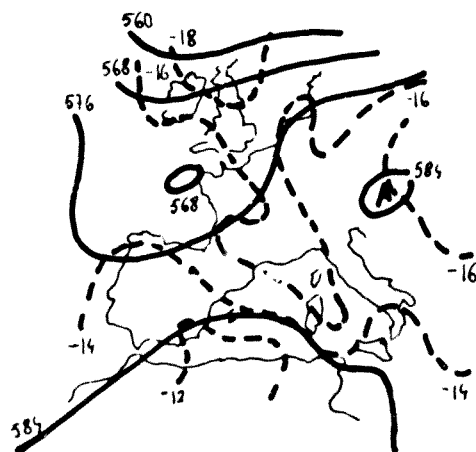
c.20



d.21



e.22



f.23

Fig.IV.5.12. Análisis de la superficie de 500 hPa a las 00 TMG, de los días 18 a 23 de Septiembre de 1971. En trazo discontinuo se representan las isotermas.

El día 19 la gota se halla en el Golfo de Vizcaya, extendiéndose desde 850 hPa hasta 100 hPa. La circulación que crea en el Principado es en todos los niveles del SW (fig.II.5.1 a II.5.3), arrastrando aire frío del N del Atlántico sobre la Península. En Cantabria se produjo una incidencia casi normal a la costa y a la Cordillera Cantábrica. Esta entrada de aire muy húmedo a todos los niveles y su posterior ascenso orográfico fueron los responsables de las lluvias registradas en dicha región, así como de las del Pirineo Occidental, sobre cuyas laderas orientadas al SW incidió perpendicularmente.

Cataluña queda entre el anticiclón europeo y la gota fría. En tanto que a 850 hPa parece estar inmersa en el aire húmedo que cubre la casi totalidad de la Península, a 700 y 500 hPa queda en la zona comprendida entre éste y el aire seco situado sobre el Mediterráneo, no siendo posible certificar en cuál de los dos se hallaba. (Fig.IV.5.13)

En superficie la temperatura ha aumentado ligeramente en Levante y Baleares, en tanto que en Nîmes y Barcelona el incremento ha sido considerable (4°C y 8°C respectivamente), lo que comporta la aparición de un máximo en el Golfo de León. En cuanto a la temperatura del mar, se mantienen los 24,5°C en el centro del Mediterráneo occidental.

El viento en superficie varía de una estación a otra, así como de una a otra hora (fig.IV.5.14). Mientras que en Lérida y La Molina no alcanza los 8 kt, en el Montseny, donde domina la componente S, supera siempre esa velocidad. En Gerona y Barcelona también es principalmente del S, siendo la racha máxima de 29 kt en la última estación.

En La Molina el cielo permanece cubierto desde este día hasta el 24, al igual que en el Montseny. En las restantes estaciones también queda prácticamente cubierto de nubes cumuliformes e incluso cumulonimbos, hasta ese mismo día.

El aire frío de la gota se detecta ya a 850 hPa, cubriendo casi todo el N de la Península, fenómeno que se observará hasta el día 21. No hay entrada de aire cálido, que en general queda limitado al N de Africa.

El día 20 la gota, con -23°C, está centrada en Madrid y, aunque desde 500 hPa hacia arriba da vientos del S sobre Cataluña, por debajo de dicho nivel son del SE (figs.II.5.4 a II.5.6), incidiendo perpendicularmente a la línea de costas y cadenas costeras. Dado que se trata de vientos relativamente fuertes, debe existir una notable cizalladura en la troposfera media. La gota

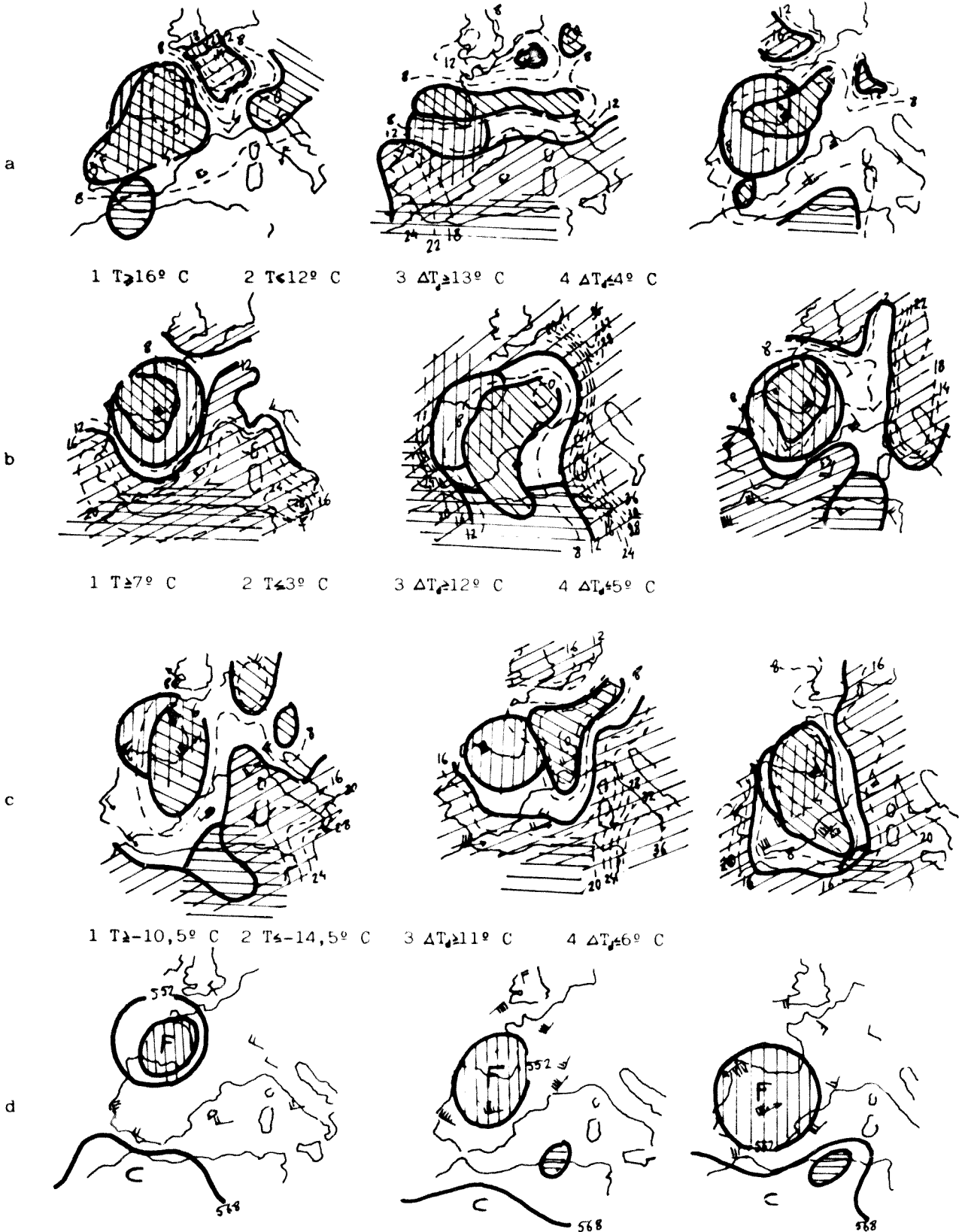


Fig.IV.5.13. Situación esquemática de los días 19 a 21 de Setiembre de 1971 a las 00 TMG, a 850 (a), 700 (b), 500 (c) y 300 hPa (d). En éste último se incluyen algunas isohipsas de la topografía relativa.

- |   |             |   |             |
|---|-------------|---|-------------|
| 1  | Aire cálido | 2  | Aire frío   |
| 3  | Aire seco   | 4  | Aire húmedo |

se extiende desde 850 hPa hasta 100 hPa, y Cataluña queda en el borde oriental. A 300 hPa la gota fuerza la formación de un ramal secundario del chorro con vientos de 95 kt sobre la Meseta.

Cataluña queda dentro del cinturón anticiclónico que cubre gran parte de Europa, en tanto que sobre Argelia se ha formado una baja térmica con un máximo de temperatura de 26°C, mientras se mantienen las temperaturas relativamente altas en Cataluña y en la superficie del mar, donde es, en general, superior a los 24°C.

El aire situado sobre el Mediterráneo es bastante seco, sobre todo a 850 hPa, detectándose dos zonas de máximo gradiente de depresión del punto de rocío en los límites del cinturón anticiclónico. Este fenómeno es debido probablemente a la subsidencia y efecto Föhn. A 700 y 500 hPa es posible que Cataluña quede todavía bajo el aire húmedo residual aportado por la gota fría. (Fig. IV.5.13).

Con excepción del Montseny, donde en todo momento es del E y alcanza los 95 kt a las 15 TMG, el viento es racheado en superficie y no se observa en caso alguno componente sur. En Barcelona se registra en torno a las 1430 una racha máxima de 55 kt, lo que parece coincidir con una línea de turbonada. La fuerte cizalladura que se observa entre superficie y 850 hPa es también indicativa de intensa convección.

El día 21 todavía persiste la gota fría que apenas se ha trasladado con respecto al día anterior, si bien se ha debilitado ligeramente. Se mantienen las altas presiones y el aire al E y al SW de España continua muy seco a 700 y 500 hPa (aunque ya no se observan los elevados gradientes de depresión del punto de rocío del día anterior). A 500 hPa Cataluña queda dentro de la zona húmeda, en tanto que a 700 y 850 hPa no es posible asegurarlo.

El viento es del SE hasta 500 hPa, nivel en que prácticamente es del S y a partir del cual es del SW. Sobre la Meseta siguen observándose vientos fuertes. En superficie el viento varía mucho de una estación a otra, aunque domina la componente E.

El día 22 la gota, reducida en dimensiones y profundidad, se centra en Galicia. El anticiclón europeo apenas se ha trasladado. A partir de 700 hPa, el viento sobre Cataluña es del SW. En superficie y con excepción de La Molina sigue siendo de componente E. En Barcelona la racha máxima es de 34 kt. Las temperaturas en el Mediterráneo Occidental han aumentado.



La paulatina debilitación de la gota así como su traslado hacia el W explica por qué no se volvieron a producir lluvias fuertes en el interior de Cataluña y Aragón, pues el aire procedente del Mediterráneo ya no se encontró el obstáculo de una masa de aire muy frío.

El día 23 ya no hay gota fría, en tanto que el anticiclón se ha trasladado al E, dejando un puente de alta presión relativa con el anticiclón atlántico. El viento, sin embargo, sigue siendo del SW por encima de 850 hPa, nivel en el que es principalmente del S. En superficie hay calma en Lérida y G<sub>e</sub>rona, mientras que en Barcelona y el Montseny la velocidad todavía es elevada. (en el Montseny se alcanzan los 62 kt). Aunque en todo el Mediterráneo Occidental la temperatura es alta, los valores máximos se hallan al Sur.

Por último, el día 24 el anticiclón se sitúa sobre Ucrania, al tiempo que un frente se aproxima por el N del Atlántico. El viento en la baja y media troposfera es del SW y en la alta, del W. A partir de 500 hPa, la circulación zonal está prácticamente restablecida. En general, la temperatura en superficie ha disminuido. Con excepción de Lérida, donde hay calma, y de La Molina, en donde es de dirección variable, el viento en superficie es del N NE.

En este episodio, el factor que favoreció la inestabilización del aire no fue sólo orográfico, sino también la masa de aire frío debida a la gota y que se extendió a toda la troposfera, actuando como un inmenso muro que forzó el ascenso del aire cálido, lo que explica las fuertes lluvias que también se registraron en Aragón.

#### IV.5.4 Evolución de la temperatura, presión, humedad y punto de rocío

Con excepción del Montseny, en donde la humedad fue de prácticamente del 100% desde el día 18 al 22, en las otras estaciones varió considerablemente, dándose en general los valores más altos entre la tarde del 19 y la mañana del 20, que fue el período de las lluvias más copiosas o frecuentes. (Fig. IV.5.15).

La presión, que se mantuvo siempre por encima de la normal, apenas registró un ligero descenso hasta el mediodía del día 20 (fig. IV.5.16). Hay que pensar que aunque pudieran haber variaciones súbitas o muy pronunciadas debido a la formación de cumulonimbos, éstas no quedaron registradas, ya que los valores de que se dispone son de cada seis horas.

Los mayores valores de la temperatura se alcanzaron los días 18 y 19, en que superaron la media mensual de cada estación. El día 20 y con excepción de

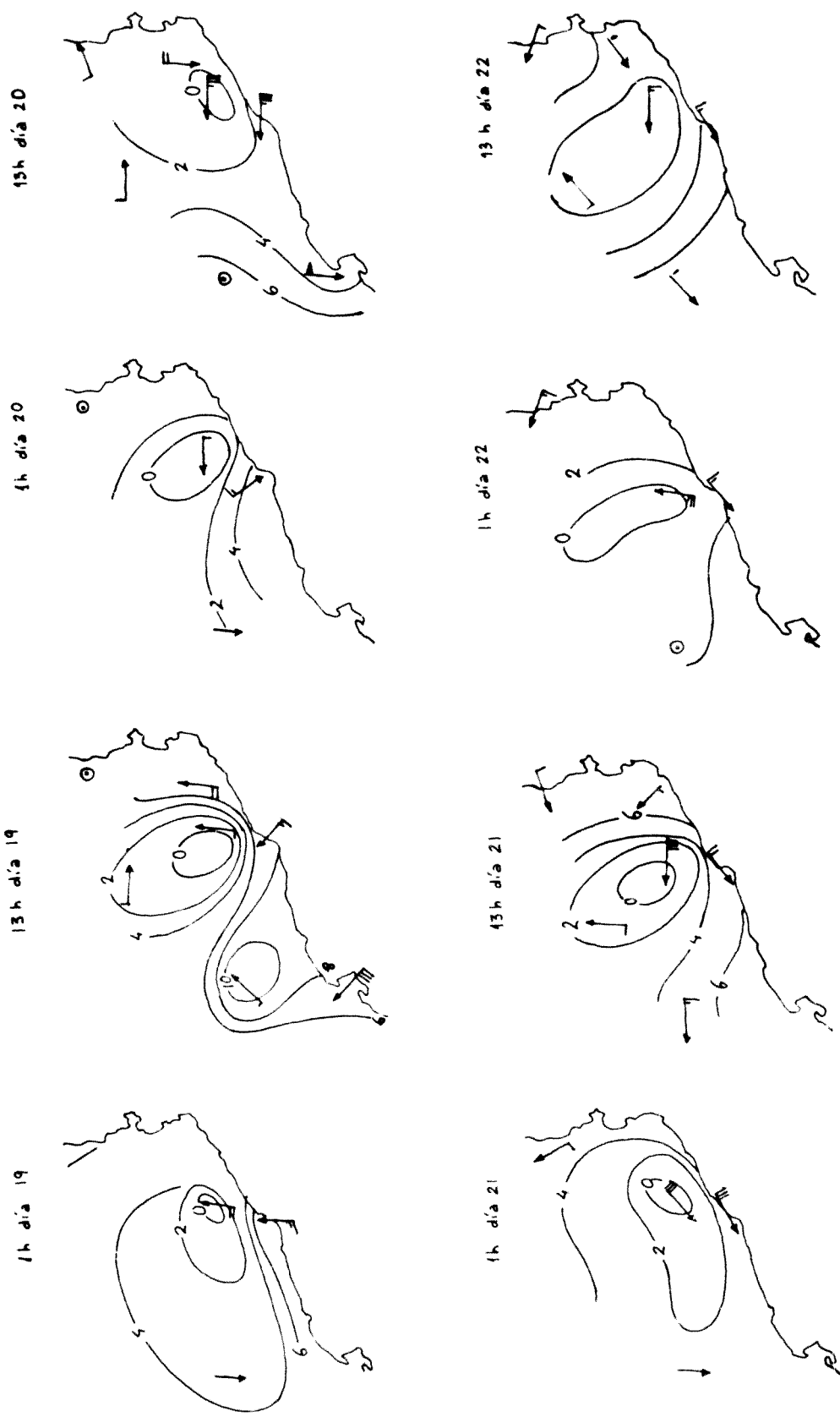


Fig.IV.5.14. Líneas de igual depresión del punto de rocfo. Evolución a lo largo del episodio

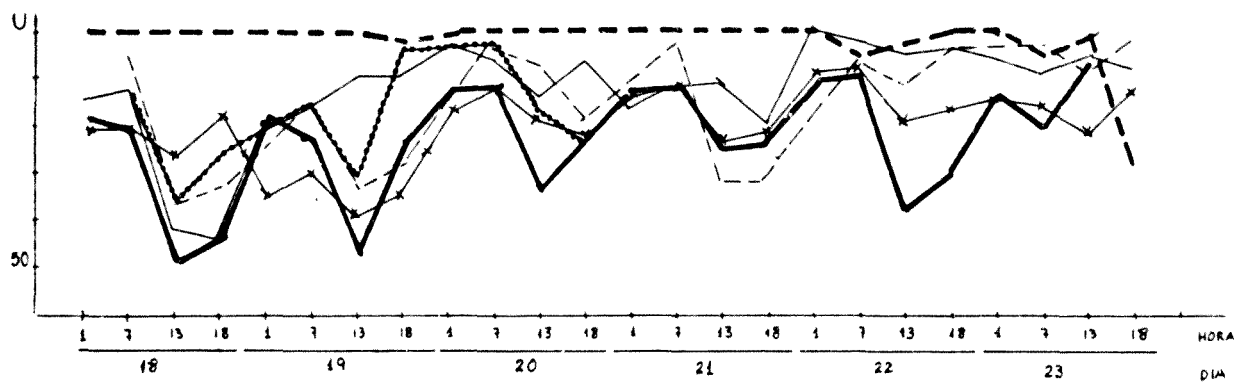


Fig.IV.5.15. Evolución de la humedad relativa a lo largo del episodio

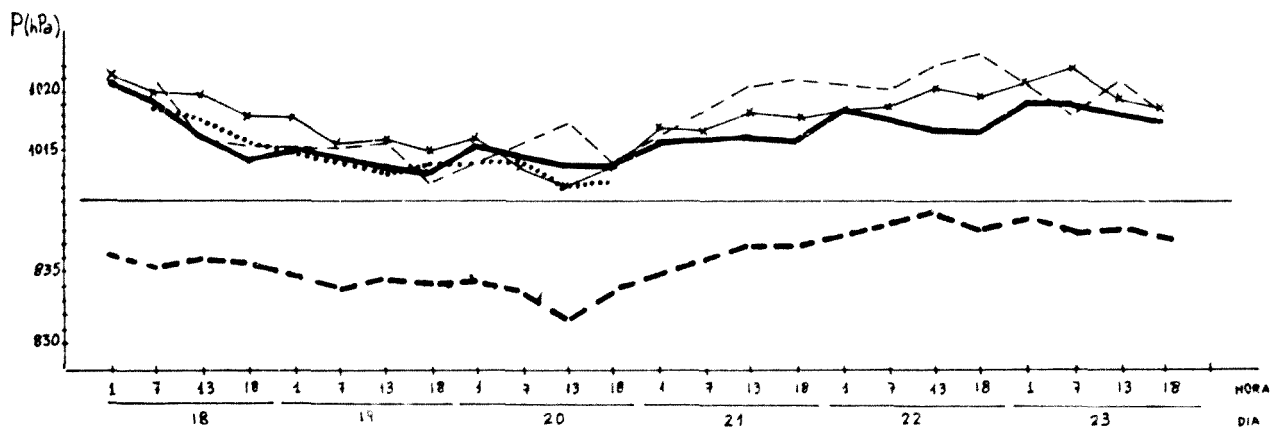


Fig.IV.5.16. Evolución de la presión al nivel del mar a lo largo del episodio. En el caso del Montseny se da la presión al nivel de la estación.

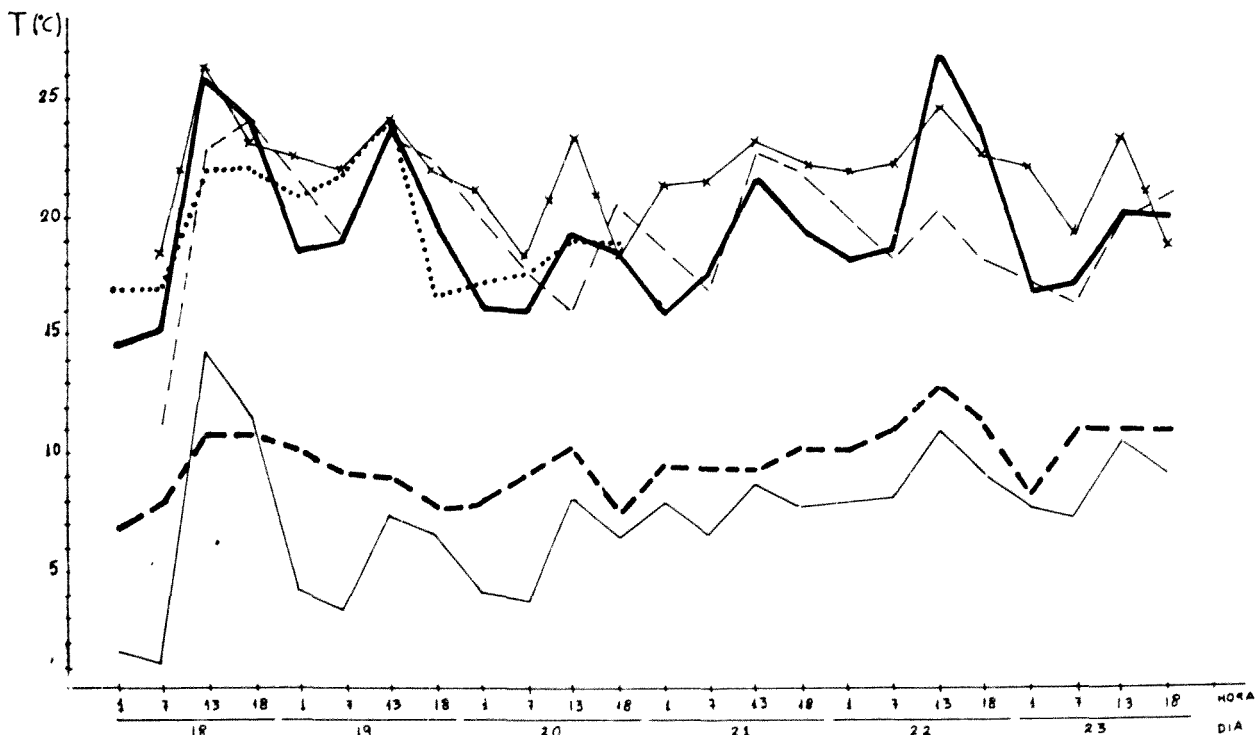


Fig.IV.5.17. Evolución de la temperatura a lo largo del episodio.

- La Molina                      - - - Gerona                      —×— Barcelona (El Prat)
- Lérida                              - · - · - Montseny                      ····· Tortosa

Barcelona fueron inferiores a la media (fig.IV.5.17) lo que pudo ser debido, más que a una entrada de aire frío, a que el cielo estuvo cubierto todo el día.

Como se observa en la figura IV.5.14, la depresión del punto de rocío só lo es nula en el Montseny. Excepto esta estación y La Molina, el día 19 a las 13 TMG presenta valores muy altos en las restantes estaciones, lo que indica que se trata de aire bastante seco. El viento varía mucho de un punto a otro, aunque domina la componente este.

#### IV.5.5 Análisis de la información obtenida a partir de los radiosondeos de Pal- ma

Exceptuando el día 20 de Septiembre a las 12 TMG, en el sondeo sólo hay datos de humedad hasta 700 hPa.

##### a. Indices de estabilidad

De todos los episodios estudiados, éste es el que registra peores re sultados ya que el índice LI sólo advierte la posibilidad de chubascos el día 19 a las 00 TMG, en tanto el SI lo hace el día 18 a las 00 TMG. Por el contrario, el LI da riesgo de tornados el día 20 a las 12 TMG. Los índices TT y SWI indican siempre estabilidad (figs.III.6.1 a III.6.4)

##### b. Humedad relativa

El día 18 a las 00 TMG la humedad es entre 1000 y 800 hPa superior a la media. Experimenta un aumento brusco desde la superficie hasta 800 hPa, nivel por encima del cual desciende súbitamente. El mismo tipo de variación se observa a las 12 TMG si bien el máximo está más alto. A esta hora la capa más húmeda se extiende desde 900 a 720 hPa, fuera de la cual la humedad es inferior al 50 % (fig .III.6.23)

El día 19 la variación es más suave, manteniéndose por debajo del 75 % (fig.III.6.24).

El día 20 a las 00 TMG la humedad, considerablemente inferior a la del sondeo medio, decrece monótonamente con la altura, característica que no se observa en ningún otro episodio (puede que a partir de 700 hPa volviera a aumentar, pero aún así la variación registrada es única). A las 12 TMG ya se observa la típica capa delgada y más húmeda en torno a 900 hPa y sobre la cual se sitúa una gruesa capa muy seca (fig. III.6.25).

c. Masa de agua precipitable

La cantidad total registrada entre la superficie y la cima del sondeo (exceptuando el día 20 en que llega a 300 hPa) es siempre inferior a la correspondiente al sondeo medio, sobre todo a las 00 TMG, hora en que en el día 20 sólo contenía un 68 % (figs.III.6.29 y III.6.30).

Analizada estrato por estrato únicamente se supera el 100% el día 20 a las 12 TMG entre 1000 y 850 hPa, mientras que entre 850 y 700 hPa es del 55 %.

d. Temperatura

En general los días 18 y 19 el aire es a todos los niveles más frío de lo normal (los valores normales se han obtenido a partir de Ramis, 1977) llegando a diferir en 4° C a 1000 hPa el día 18 a las 00 TMG. El día 20 se registra un ligero calentamiento en la troposfera baja y media. En superficie, la temperatura se mantiene por debajo de las correspondientes a los sondeos de 1962, con excepción del día 20 a las 12 TMG en que alcanza los 27° C (fig.III.6.31).

En ninguna ocasión se alcanza en el sondeo de las 12 TMG la temperatura de convección libre.

e. Presión en superficie

La presión experimenta un descenso semejante a la del episodio de 1962 si bien no tan acentuado (tan sólo 8 hPa en 3 días). (Fig.III.6.32).

f. Viento

Los días 18 y 19 dominan vientos flojos de componente oeste. La máxima velocidad es de 47 kt a 250 hPa. Este último día ya aparece viento del NW a 700 hPa en tanto que en los niveles inferiores no hay viento. El día 20 a las 00 TMG penetra un viento flojo del SE a 1000 y 850 hPa; en los restantes niveles sigue siendo del SW. A las 12 TMG el viento es principalmente del Sur alcanzando su velocidad máxima a 250 hPa con 52 kt.

g. Inestabilidad de estratificación

Sólo se registra verdadera inestabilidad absoluta el día 20 a las 12 TMG entre 1009 y 1000 hPa mientras que se cumple  $\alpha > \gamma$  en los dos sondeos anteriores entre la superficie y 1000 hPa así como el citado día en algunos estratos situados en la baja y alta troposfera.

La inestabilidad condicional domina en gran parte de la troposfera si bien al tratarse de aire tan poco húmedo difícilmente tendrá efectividad.

Con excepción del día 20, sólo se ha podido estudiar la inestabilidad por ascensos en bloque en la baja troposfera, y si bien, el día 18 a las 12 TMG se extiende desde la superficie hasta 700 hPa, al día siguiente a la misma hora tan sólo se limita a un pequeño estrato. El día 20, el grosor de la capa aumenta aunque los ascensos mínimos necesarios son bastante elevados como indica la siguiente tabla. La representación de la estabilidad de estratificación se encuentra en la figura III.6.41.

Tabla IV.5.1

DIA	HORA	ESTRATO (hPa)	ALTURA MINIMA (m)
18	00	892-850	0
		850-770	540
	12	1000-850	1530
		850-802	300
19	00	802-709	1540
		850-834	600
	12	834-700	980
		912-880	1500
20	00	977-932	1340
		910-850	1220
		850-739	1140
	12	1000-919	950
		919-902	1030
		850-795	1840
		700-688	2540

h. Diagramas de masa de aire

En todos ellos se observa una fuerte subsidencia que va descendiendo hasta situarse el día 20 por debajo de 900 hPa. Entre la inversión y el suelo hay una cierta convergencia que, junto al decrecimiento de con la altura, son características de una masa  $C_L$ , aunque el aire esté

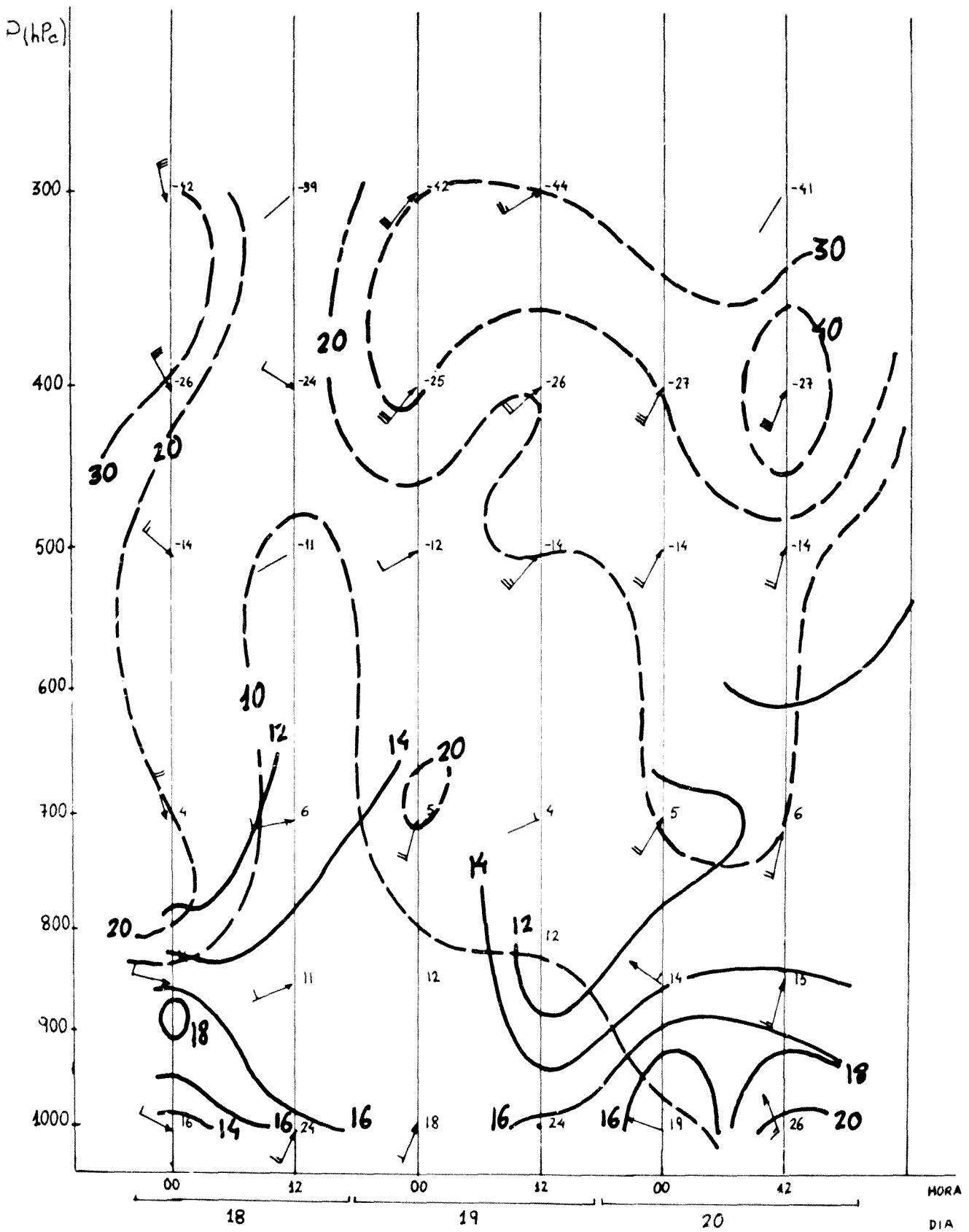


Fig.IV.5.18. Corte vertical de la troposfera en Palma. Evolución a lo largo del episodio. -- Isotacas — Líneas de igual  $\theta'$ . A la derecha se inscribe la temperatura.

muy seco a todos los niveles. El diagrama del día 12 a las 00 TMG es característico del tipo  $K_{cl}$  (fig.III.6.39).

El corte vertical muestra los días 19 y 20 una configuración muy propicia para el desarrollo de la convección: aire muy cálido en la baja troposfera y aire potencialmente frío y seco entre 850 y 600 hPa.

#### IV.5.6 Resumen y conclusiones

- El día 20 se produjeron importantes lluvias de carácter tormentoso, que afectaron a toda Cataluña y parte de Aragón, produciéndose inundaciones en las provincias de Gerona y Barcelona. La precipitación máxima de que se tiene constancia en 24 horas fue de 308 mm. Las lluvias se prolongaron hasta el día 23, con cantidades que cada día fueron, en algún punto de Cataluña, superiores a 100 mm.
- A diferencia de los episodios de Noviembre y Octubre, se trató de tormentas muy localizadas y dispersas, con excepción del día 20.
- Se registraron vientos muy fuertes, sobre todo en Barcelona, el Montseny y Tortosa.
- Previamente se habían registrado importantes lluvias en Cantabria.
- El día 19 una gota fría procedente del SW de Irlanda se situó sobre el Cantábrico; los días 20 y 21, sobre el N de Castilla, y el día 22 más reducida y debilitada, sobre Galicia. La gota se extendió desde 850 hasta 100 hPa y provocó a 300 hPa la formación de un ramal secundario de la corriente en chorro, que dió vientos muy fuetes del SW sobre Cataluña. A 500 hPa la circulación fue análoga.
- En casi toda Europa dominaban las altas presiones.
- En el N de Argelia se produjo un fuerte calentamiento. La temperatura superficial del mar, en general por encima de los 24° C entre Cataluña y Argelia, era superior a la del aire.
- A 700 y 850 hPa se tenían vientos del SE que incidían perpendicularmente sobre la costa catalana y cadenas montañosas litorales. Estos vientos también eran debidos a la circulación ciclónica creada por la gota.
- No se produjo ninguna entrada de aire cálido y, en general, el aire



situado sobre el Mediterráneo era seco.

- Es muy probable que en altura, Cataluña quedase bajo el aire húmedo arrastrado por la gota.
- En la troposfera media y baja dominaron los vientos del SE.
- El análisis de los radiosondeos de Palma de los días 18 al 20 de Septiembre muestra características diferentes a las de los restantes episodios estudiados que obligan a considerarlo como un caso aparte:
  - a) Si bien ya se dijo que los índices de inestabilidad no proporcionan la información que sería de esperar atendiendo a los fenómenos acaecidos, éste es el episodio en el que indican una mayor estabilidad.
  - b) La humedad es en general inferior a la del sondeo medio. La inversión de subsidencia va descendiendo de tal forma que la humedad del día 20 es inferior al 10 % a 700 hPa, a las 00 TMG
  - c) La masa de agua precipitable es siempre inferior a la del sondeo medio.
  - d) En los restantes casos el aire está más caliente de lo normal, mientras que en éste ocurre lo contrario, si bien entre el día 18 y el 20 experimenta un calentamiento en la baja y media troposfera.
  - e) En general el viento fue muy flojo e incluso nulo, predominando la componente W.
  - f) Los ascensos mínimos necesarios para que se produjese la inestabilización solían superar los 1000 m.
  - g) Sólo se asemeja a los otros episodios en la marcada subsidencia y en la evolución de la presión (aunque la variación es menor).

Se concluye pues, que este episodio merece ser considerado como un caso aparte, en el que las condiciones sinópticas apenas favorecieron su desarrollo; debe pues tratarse de un episodio de mesoescala. Las altas presiones y la subsidencia actuaron probablemente como "almacén" del vapor de agua impidiendo que los cúmulos se desarrollasen con carácter general. Sobre el Mediterráneo se produjo un intercambio de calor y humedad en el sentido mar-aire, en tanto que en la media y alta troposfera el aire era muy seco. Así, el aire que incidía sobre Cataluña presentaba una inestabilidad potencial considerable. Por otro lado, el aire que había sobre la Península y que había sido arrastrado por la gota, era muy húmedo y frío. Se produjo entonces la interacción de dos masas de aire muy contrastadas. Las cadenas litorales y prelitorales, sobre las que

el viento incidía perpendicularmente en la baja y media troposfera, y más en el interior la gota fría, forzaron el ascenso del aire. La inversión favoreció el efecto de disparo. En altura se registró una fuerte cizalladura del viento, y aunque a 500 y 700 hPa las direcciones eran prácticamente perpendiculares, no es posible hablar de una intersección de chorros dada la escasa velocidad. El fuerte viento registrado en superficie se debió a la línea de turbonada.

El día 19 la gota fría dió galerna sobre Cantabria y viento húmedo y frío sobre el Pirineo Occidental, lo que justifica las lluvias allí registradas. Los días 21 a 23 se trató de tormentas de masa de aire residuales.

El hecho de que en esta ocasión el radiosondeo de Palma fuese tan poco significativo puede atribuirse a que se trató de un fenómeno de carácter muy local.

