

SERIE TOUS

Va a hacer ahora diez años, el 20 de octubre de 1982, un excepcional temporal de lluvias, con intensidades superiores a los 100 mm/h durante varias horas seguidas, produciendo la destrucción de la Presa de Tous, llevando la muerte y la destrucción a los habitantes y pueblos de la comarca.

Transcurrido tiempo suficiente para analizar los hechos desde la objetividad que ha sido siempre norma en estas páginas, la REVISTA DE OBRAS PUBLICAS inicia hoy la publicación de una serie de artículos, escritos por ingenieros del mayor prestigio, algunos, incluso, relacionados con este suceso.

Como es norma de la publicación, se admiten comentarios al presente artículo hasta el próximo 30 de noviembre.

CARACTERISTICAS METEOROLOGICAS DEL TEMPORAL DE OCTUBRE DE 1982

por Angel Reija Garrido. Doctor Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos

1. Situación meteorológica causante de las grandes precipitaciones en las cuencas mediterráneas, durante los meses de septiembre, octubre y noviembre

Esta situación, denominada de «gota fría» se desarrolla del siguiente modo:

Inicialmente el aire frío circula por latitudes superiores a los 45° de latitud (fig. 1). En los meses de septiembre, octubre y noviembre, el aire frío irrumpe en latitudes más bajas, cuando se establece una circulación meridiana (fig. 2). Si la irrupción es profunda, puede separarse e individualizarse una masa fría, como depresión aislada que continúa una evolución propia, desligada de la circulación general. Esta depresión o «gota fría» en altos niveles, con vientos fuertes en circulación ciclónica, se suele detener en el punto en que alcanza su latitud más baja (al sur de la Península Ibérica) y permanece allí estacionaria varios días, originando vientos fuertes del S.E. sobre el área mediterránea, que pronto se transmiten a niveles más bajos (fig. 3). La baja en superficie que se forma algo al este de la gota fría, acentúa más el recorrido marítimo del aire inferior.

De este modo, el aire de nivel bajo, en contacto con el Mediterráneo, recalentado al fin del verano, suministra la abundante humedad precisa

Características excepcionales de inestabilidad atmosférica en el otoño mediterráneo.

para las grandes precipitaciones asociadas a la gota fría. Otro mecanismo que contribuye a aumentar aún más la intensidad de las lluvias, es la irrupción de aire subtropical, que incide en la gota fría y le aporta gran humedad en niveles medios y altos (fig. 4).

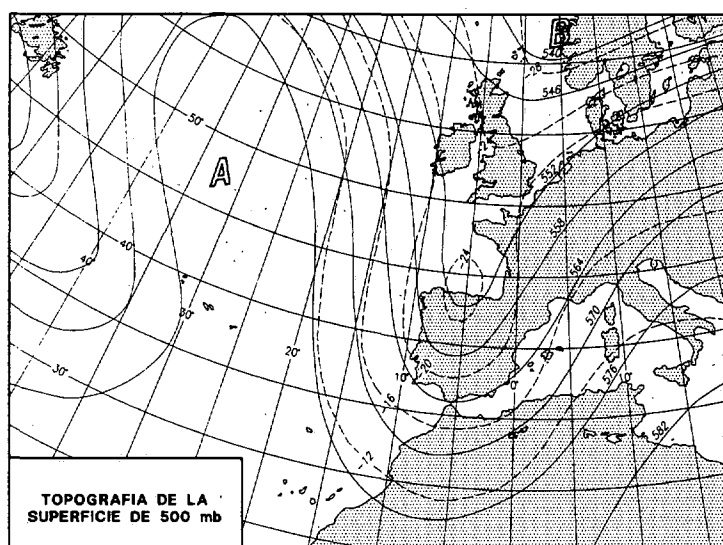
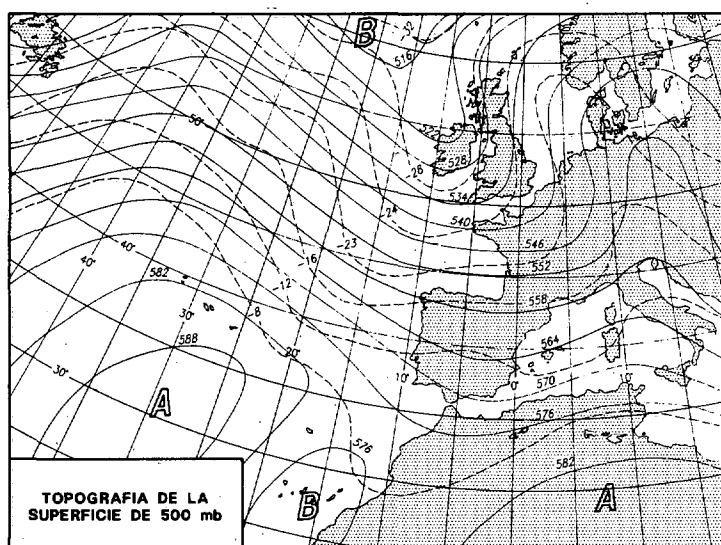
2. Las precipitaciones en las cuencas mediterráneas en los meses de septiembre, octubre y noviembre

Durante el otoño en la vertiente mediterránea, se presentan situaciones meteorológicas caracterizadas por la gran inestabilidad atmosférica, que originan grandes lluvias, bien sea de carácter local o bien afectando a zonas extensas, aunque con precipitaciones muy destacadas en áreas restringidas, como es el caso de la gota fría.

Algunos datos pueden evidenciar el carácter destacado de estas precipitaciones en la zona y épocas consideradas.

Por ejemplo, las precipitaciones mayores de 100 mm/día:

- Tienen una frecuencia del 0,3 % en las lluvias de Valencia y del 0,0 % en las correspondientes a las costas Atlánticas y Cantábricas.



Figuras 1 y 2.

- ☐ Tienen una frecuencia del 20 al 30 % en las precipitaciones de octubre en la zona Tortosa-Alicante.
- ☐ Ocurren una vez cada 100 días de lluvia en un punto concreto de la zona.
- ☐ Ocurren una vez cada 6 a 7 años en un punto concreto de la zona.
- ☐ Ocurren una vez cada 3 años en un punto cualquiera de la zona.

Las precipitaciones mayores de 50 mm/día:

- ☐ Suponen el 50 % de las precipitaciones en octubre en Castellón y Valencia.
- ☐ Suponen el 16 % de las precipitaciones en situaciones de «gota fría».

Estos datos se han tomado de la publicación «Precipitations intenses dans les regions littorales Mediterraneennes de L'Espagne» de J. Mounier y A. Almaoub.

En general, puede decirse que las mayores precipitaciones tienen lugar en el mes de septiembre en el Pirineo Oriental, en octubre en Levante y en Noviembre en las cuencas del S.E. y del Sur.

3. Temporales importantes que afectaron a las cuencas mediterráneas

En las regiones costeras mediterráneas es muy destacada la frecuencia de precipitaciones copiosas de origen convectivo durante los meses de septiembre, octubre y noviembre. El estudio de Hidroeléctrica Española realizado por el profesor Castañs en 1985, acerca de los temporales mediterráneos, describe 32 situaciones de temporales que ocurrieron a partir del año 1940, que se tomó como origen en el estudio, por ser a partir de esta fecha, cuando se dispone de suficiente información meteorológica.

Se detectaron 32 temporales importantes en el período 1940-1985 y en la zona en estudio, que abarca Cataluña, Levante y el S.E.

Este estudio cumplió el objetivo de establecer la Precipitación Máxima Probable (P.M.P.), mediante el método determinista que propone la Organización Meteorológica Mundial (O.M.M.) en su publicación «Manual for Estimation of Probable maximum Precipitation», (O.M.M. n.º 332, 1973) y constituye el estudio más completo realizado hasta el momento actual en España.

Los temporales estudiados fueron los siguientes:

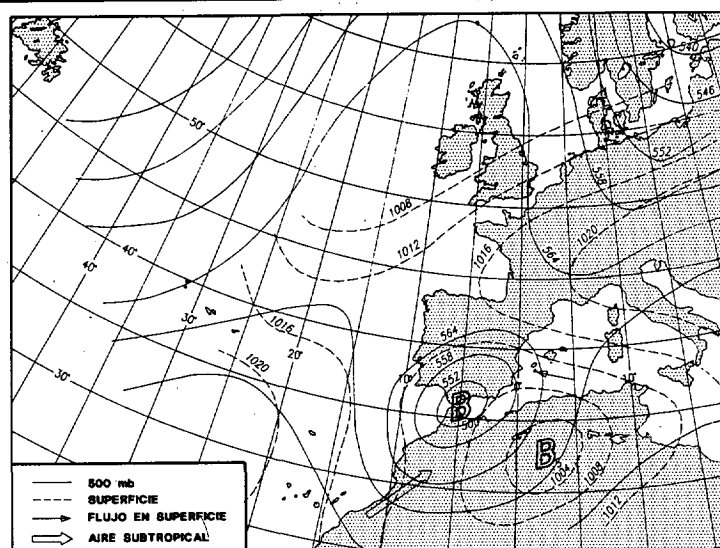
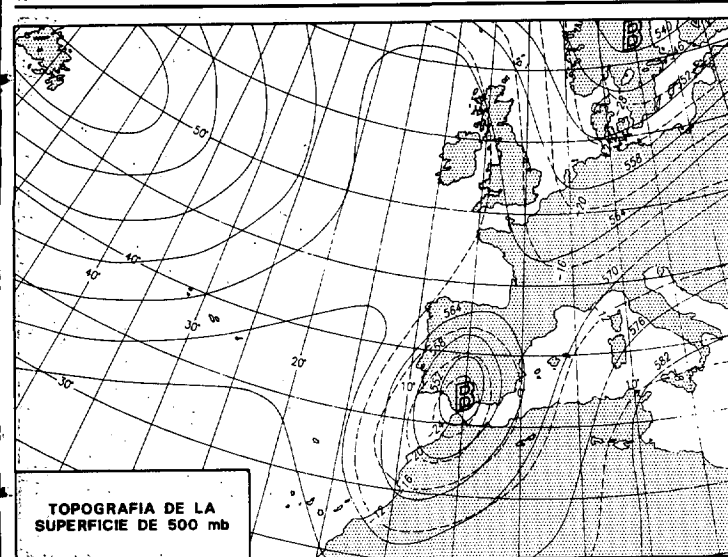
En Levante y S.E.

09-11 Sep. 1943	21-23 Oct. 1948
09-16 Oct. 1957	12-17 Oct. 1962
17-19 Nov. 1967	04-07 Oct. 1971
26-30 Nov. 1972	16-20 Oct. 1973
26-30 Sep. 1949	16-20 Nov. 1956
28-31 Oct. 1965	08-12 Oct. 1966
06-09 Nov. 1971	17-19 Oct. 1972
17-19 Sep. 1977	17-22 Oct. 1982

En Cataluña:

01-05 Oct. 1951	19-22 Sep. 1959
19-24 Sep. 1971	21-24 Oct. 1982
28-01 Sep. 1959	25-28 Sep. 1962
05-10 Nov. 1983	

Así pues, este estudio contempla todos los temporales importantes anteriores al del 17 al 22 de octubre de 1982, de los que se dispone de suficiente información meteorológica.



Figuras 3 y 4.

4. El temporal de octubre de 1982

El temporal más destacado, de entre los 32 temporales importantes estudiados en la zona, fue el de octubre de 1982. Vamos a analizar distintos aspectos del mismo, que hacen que este temporal haya sido mucho más importante y violento que cualquiera de los otros considerados.

4.1. Datos de pluviometría observados

La publicación «Las lluvias copiosas de los días 19 y 20 de octubre de 1982, como extremo puntual en la Vertiente Levantina Española», de los meteorólogos Sres. Peinado y Almarza, describe la situación meteorológica causante del temporal y hace un estudio muy riguroso de sus consecuencias pluviométricas. De ella sacamos los siguientes datos de interés:

- ☐ Precipitación en la estación pluviométrica de Cofrentes «Finca Dorada» el día 19 de octubre de 1982, 425 mm, valor máximo registrado en la cuenca de Levante hasta entonces (con datos disponibles desde 1914).
- ☐ A lo largo de estos años de observación, los valores más destacados de precipitación diaria registrados fueron: 400 mm en Puebla de Valverde (1952), 370 en Játiva (1957), 365 en Puebla de Benifasar (1948) y 354 en Vistabella (1920).
- ☐ Si se tiene en cuenta la precipitación de 150 mm del día 20, en la estación de Cofrentes «Finca Dorada» hubo una precipitación de 575 mm (425 + 150) en 24 horas consecutivas. Este valor de 575 mm en 24 horas es verdaderamente extraordinario.
- ☐ Este valor se superó posteriormente en Gandía el 3 de noviembre de 1987, en que la precipitación alcanzó los 800 mm/día. Este dato no existía en octubre de 1982 pero, aún en el caso de considerarlo, no mermaría en nada la importancia del dato observado en el temporal de octubre de 1982, ya que no es el mismo caso la precipitación en Gandía, a 2 km de la costa y la de Cofrentes a una distancia del mar de 60 km. Téngase en cuenta que en el apartado 2.5.2.3 del manual de la O.M.M. antes citado, se establece que «Las borrascas costeras se transpondrán a lo largo de la costa, pero solamente una distancia limitada tierra-adentro».
- ☐ En el estudio del valor máximo por el método de Gumbel, la precipitación de las estaciones de Ayora-La Hunda (258 mm), Teresa de Cofrentes (240), Ayora-Confederación Hidrográfica (245), Utiel (141) e Iniesta (165), superaron la correspondiente al período de retorno de 500 años.
- ☐ Es de destacar la penetración excepcional de la lluvia intensa en Iniesta (Cuenca), a unos 120 km de la costa.
- ☐ Si se considera la serie de datos máximos anuales en cualquier punto de la zona, se obtienen como media aritmética, desviación típica y número de años de observación, los valores $\bar{x}=227,6316$, $s=77,06$ y $n=38$. Al valor de 425,5 mm (precipitación en Cofrentes Finca Dorada), corresponde según el método de Gumbel un período de retorno de 37 años. Este mismo valor resulta si se considera el valor de 575 (precipitación en 24 horas variables), al cambiar también los valores de $\bar{x}$ y s para adaptarlos de precipitación en un día a precipitación en 24 horas variables.
- ☐ En su estudio, el profesor Castaños utiliza un índice de intensidad de temporales, con base en los datos de la publicación «precipitaciones máximas en España» de F. Elías

Castillo y L. Ruiz Beltrán (ICONA. Monografías n.º 21, 1979). Considera los siguiente valores:

- N** : número de estaciones cuyo dato aparece en la publicación
n : número de ellas, cuya precipitación máxima iguala o supera los 80 mm en 24 horas
M : valor medio de la precipitación en las tres estaciones con mayor valor de la lluvia en 24 horas

$$\text{El índice considerado es } I = M \frac{n}{N}$$

Obtiene este valor para 20 temporales y los valores más destacados son:

I	Temporal	Zona afectada
144	17-22 Oct. 1982	Cuenca baja del Júcar
110	09-16 oct. 1957	Turía, Júcar, Castellón
69,5	15-28 Sep. 1962	Vallés, Bajo Llobregat
62,3	01-05 Oct. 1951	Barcelona
54,2	30-01 Sep. 1959	Barcelona, Tarragona y Gerona
54,2	19-22 Sep. 1959	Barcelona, Tarragona y Gerona
52,0	16-20 Nov. 1952	Cuenca Baja del Júcar y Turía

Este índice destaca claramente el temporal de octubre de 1982.

4.2. Características Precipitación-Área

En el estudio del profesor Castans se presenta la figura 1.2.1 que representa los valores de Precipitación-Área para la duración completa de los seis temporales más destacados de entre los 32 estudiados. Esta figura la incluimos como figura 5.

El temporal de octubre de 1982 resulta ser superior a todos los demás para cualquier área, superando también ampliamente a cualquier envolvente de ellos, que se hubiera considerado con criterio realista antes de la ocurrencia del temporal citado.

Los valores de las precipitaciones de este temporal y su comparación con el mayor de los seis anteriores a él, antes citados, puede verse en el siguiente cuadro:

Precipitaciones medias en distintas áreas (en mm)

Áreas (km²)	Temporal de oct. de 1982			Temporal máximo anterior	
	Total	Días 19 y 20	Día 20	Total	Fecha
100	595	590	410	525	19-24 Sep. 1971
1.000	535	500	345	385	19-24 Sep. 1971
10.000	265	225	150	245	04-07 Oct. 1971
11.600	250	215	145	230	04-07 Oct. 1971
15.000	225	190	130	200	04-07 Oct. 1971

El área de 11.600 km² corresponde a la superficie de captación del Embalse de Tous. Las precipitaciones del total del temporal de 1982, las de los días 19 y 20 y las del día 20 suponen en esa área 2.900, 2.495 y 1.680 Hm³ respectivamente. El temporal del 4 al 7 de octubre de 1971 da para esa área el valor de 2.670 Hm³.

Para evaluar la extensión de la zona de precipitaciones copiosas correspondiente a la zona de lluvia máxima de cada temporal, se consideran los índices:

$$\frac{P_{20}}{P_{100}} \quad \text{y} \quad \frac{P_{20}}{P_{250}}$$

siendo:

P_{20} el valor máximo de la precipitación media en área de 20 km²

P_{100} el valor máximo de la precipitación media en área de 100 km²

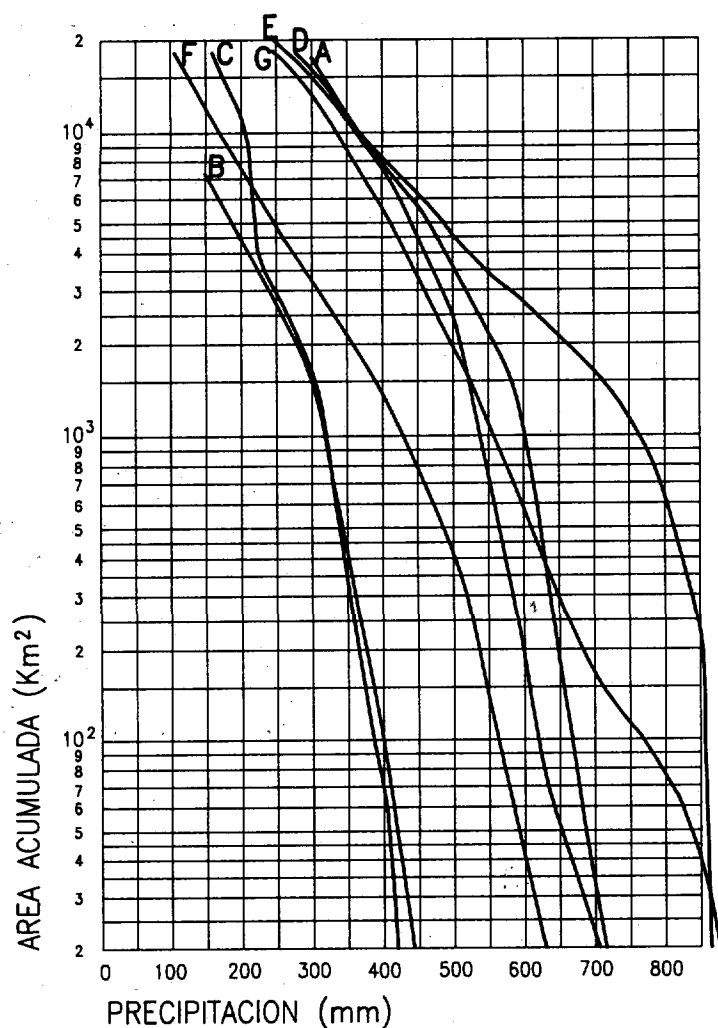
P_{250} el valor máximo de la precipitación media en área de 250 km²

Estos valores, con toda probabilidad corresponderán al mismo núcleo principal de precipitación. A valores menores corresponde mayor extensión de las precipitaciones intensas.

Se consideran los seis temporales más destacados de entre los treinta y dos estudiados:

- A** Temporal de fecha 17 al 22 de octubre de 1982
- B** Temporal de fecha 09 al 11 de octubre de 1943
- C** Temporal de fecha 09 al 16 de octubre de 1957
- D** Temporal de fecha 12 al 17 de octubre de 1962
- E** Temporal de fecha 04 al 07 de octubre de 1971
- F** Temporal de fecha 19 al 24 de septiembre de 1971

Las precipitaciones del 19 de octubre superaron los valores máximos alcanzados desde 1914 (fecha de los primeros datos disponibles).



LEYENDA

LEVANTE

CURVA A DIAS 17-22, OCTUBRE - 1982

" B DIAS 9-11, OCTUBRE - 1943

" C DIAS 9-16, OCTUBRE - 1957

" D DIAS 12-17, OCTUBRE - 1962

" E DIAS 4-7, OCTUBRE - 1971

" F DIAS 26-30, OCTUBRE - 1972

LEVANTE

CURVA G DIAS 19-24, SEPTIEMBRE - 1971

Los valores de estos índices son:

4.3. Distribución de la precipitación en el tiempo

Temporal	A	B	C	D	E	F
P ₂₀	600	375	425	440	485	600
P ₁₀₀	585	345	395	420	420	525
P ₂₅₀	570	315	360	395	380	455
P ₂₀ /P ₁₀₀	1,02	1,09	1,08	1,05	1,15	1,14
P ₂₀ /P ₂₅₀	1,05	1,19	1,18	1,11	1,28	1,32

El temporal del 17 al 22 de octubre de 1982, se concentró casi totalmente en los días 19 y 20. Se presentan a continuación datos sobre los porcentajes de la precipitación total que tuvieron lugar los días 19 y 20 y el día 20.

Los valores mínimos son:-

$$\frac{P_{20}}{P_{100}} = 1,02 \text{ y } \frac{P_{20}}{P_{250}} = 1,05$$

Áreas (km²)	100	1.000	10.000	11.600	15.000
Días 19 y 20	98	93	85	86	84
Día 20	69	64	57	58	58

correspondientes al temporal de octubre de 1982, que es el que presenta mayor extensión de las precipitaciones intensas.

Resulta muy destacada la concentración de las lluvias de este temporal en los días 19 y 20.

En el temporal se alcanzó la precipitación puntual de 425,5 mm/día, máximo valor observado hasta esa fecha en la zona.

4.4. Penetración del temporal tierra adentro

Si se consideran los planos de isoyetas de los distintos temporales y se mide la distancia al mar, del núcleo de precipitaciones más intensas (tomando la mayor de ellas cuando haya varios iguales), se pueden presentar los siguientes datos:

Temporal	Distancia (km)
09 al 11 oct. 43	21
21 al 23 oct. 48	15
21 al 30 sep. 49	41
16 al 20 nov. 56	3
09 al 16 oct. 57	40
12 al 17 oct. 62	34
28 al 31 oct. 65	3
08 al 12 oct. 66	37
04 al 17 oct. 71	18
06 al 09 nov. 71	6
17 al 19 oct. 72	3
16 al 20 oct. 73	37
17 al 19 sep. 77	3
17 al 22 oct. 82	52
01 al 05 oct. 51	9
19 al 22 sep. 59	42
25 al 28 sep. 62	9
20 al 23 sep. 71	37

No se ha incluido el temporal del 17 al 19 de noviembre de 1967, ya que presenta un esquema de precipitación totalmente atípico, con muy poca precipitación en zona costera y poca variabilidad en el interior. El núcleo más importante (de sólo 150 mm) dista 90 km de la costa.

En el cuadro anterior puede verse la excepcional penetración tierra adentro de las precipitaciones destacadas, correspondiente al temporal de 1982.

5. Conclusión. Excepcionalidad del temporal de octubre de 1982

Del estudio del temporal y su comparación con todos los temporales anteriores de los que se dispone información suficiente, se deduce que:

- En el temporal de octubre de 1982 se alcanzó la precipitación puntual de 425,5 mm/día, máximo valor observado hasta esa fecha en Levante.
- Este valor continúa siendo el máximo si no se tienen en cuenta zonas adyacentes a la costa y por lo tanto no comparables con la zona afectada por el temporal de octubre del 82, a 60 km del mar.

□ El índice de intensidad del temporal con base en datos pluviométricos correspondiente al temporal de octubre de 1982, es el mayor hasta esa fecha y verdaderamente destacado de los que le siguen.

□ En 5 estaciones pluviométricas de la zona, la precipitación superó a la correspondiente al período de retorno de 500 años.

□ La precipitación total del temporal de octubre de 1982 en valor medio sobre un área de cualquier extensión, supera a la de todos los temporales anteriores (y con toda probabilidad a todos los posteriores).

□ El área abarcada por las precipitaciones más intensas, dentro del núcleo principal de precipitación de cada uno de los 32 temporales estudiados, fue máxima en el temporal de octubre de 1982.

□ La precipitación del temporal del 17 al 22 de octubre de 1982, se concentró en los días 19 y 20 de tal manera, que la correspondiente a esos días, supera a la correspondiente a la duración total de cualquiera de los demás temporales en áreas de cualquier extensión (se excluyen únicamente áreas mayores de 5.000 km² en el único temporal del 4 al 7 de octubre de 1971).

□ La penetración tierra adentro de las precipitaciones más intensas, superó de manera destacada a la de los temporales anteriores.

Es, por último, de destacar la importancia de los 4 últimos puntos en la generación de un hidrograma de crecida verdaderamente excepcional. ■

Bibliografía

1. VV.AA. «Situación atmosférica causante de lluvias torrenciales durante los días 19 al 21 de octubre de 1982 en el Levante Español». Inst. Nal. de Met. Noviembre 1982.
2. PEINADO, A. y ALMARZA, C. «Las lluvias copiosas de los días 19 y 20 de octubre de 1982 como extremo puntual en la vertiente mediterránea levantina española». «Estudios Geográficos», n.º s. 170-171, 1983.
3. ELIAS CASTILLO, F. y RUIZ BELTRAN, L. «Precipitaciones máximas en España». ICONA, Monografías, n.º 21, 1979.
4. MIRO-GRANADA, JAIME. «Les crues catastrophiques sur la Méditerranée occidentale». Flash Floods Symposium. IAHS-AISH publ. n.º 112, 1974.
5. «Manual for Depth-Area-Duration Analysis of Storm Precipitation». WMO-n.º 237 TP 129. 1969.
6. «Manual for Estimation of Probable Maximum Precipitation». WMO-n.º 332, 1973.
7. MOUNIER, JEAN y ALMAOUB, AHMAD. «Precipitations intenses dans les régions littorales Méditerranéennes de L'Espagne». Laboratoire de Géographie. Université Rennes, 2. France.