

VALORES MÁXIMOS DE PRECIPITACION EN LOS MUNICIPIOS DE CASTELLÓN Y BENICÀSSIM

Miguel Ángel Cerdán Pérez

Fernando Ginés Llorens

Resumen

En la primera parte del presente trabajo se describen las mayores inundaciones ocurridas en Castellón desde finales del siglo XVIII, confirmándose que, la zona costera castellanense, al igual que el resto del levante español, ha padecido de forma cíclica estas catástrofes naturales desde tiempos inmemoriales. Posteriormente, se han determinado, mediante tratamiento estadístico, las precipitaciones máximas diarias que son esperables en la ciudad de Castellón y el municipio de Benicàssim, para diferentes periodos de retorno, utilizando para ello los datos registrados en el periodo 1981-2010. En ambas localidades, las precipitaciones máximas esperables cada 100 años superan los 200 mm. Estos valores se sitúan entre los más elevados de la provincia de Castellón pero están muy alejados de los que presentan las comarcas del norte de la provincia de Alicante y el sur de la de Valencia. Este estudio, además, nos muestra el papel que juega el relieve en la intensidad de las precipitaciones, siendo éstas más importantes cuanto más próximos nos encontremos a las sierras bien expuestas a los vientos húmedos de levante.

Este trabajo es una actualización y ampliación del artículo: “Valores máximos de precipitación en los municipios de Castellón y Benicàssim”, Ginés, F., Cerdán, M.A. (2008), Quaderns d’aplicació didàctica i investigació n°13, IES Francesc Ribalta, Castellón de la Plana.

1. Introducción

El clima de la provincia de Castellón, situada en el tercio este de la península Ibérica, ofrece una gran diversidad de matices dentro de unas características típicamente mediterráneas. El régimen pluviométrico muestra una gran irregularidad, destacando, con relativa frecuencia, la influencia de temporales de gran intensidad que pueden provocar daños de consideración. Durante estos temporales, aunque a menudo con carácter muy local, se pueden registrar importantes cantidades de precipitación en 24 horas, cuyos valores máximos pueden alcanzar los 200 mm y, extraordinariamente, incluso los 300 mm.

El objetivo de este trabajo ha sido, tras describir las mayores inundaciones sufridas en Castellón desde el siglo XVIII, determinar mediante tratamiento estadístico las máximas precipitaciones esperables para diferentes periodos de retorno. Los registros utilizados en el estudio proceden de dos pluviómetros instalados en la ciudad de Castellón y en el término municipal de Benicàssim, en la urbanización La Parreta, y corresponden al periodo 1981-2010, ambos años inclusive.

2. Episodios de lluvia intensa

En general, los episodios de lluvia intensa se producen durante los meses otoñales, la segunda mitad de primavera y el final del verano. Sin embargo, es en el otoño y especialmente en el mes de octubre cuando son más propicios. No se puede establecer una única causa como generadora de los mismos. Aparece como condición necesaria, aunque no siempre suficiente, un embolsamiento de aire frío en las capas medias y altas de la troposfera, bien sea en forma de vaguada o bien sea aislado (Pérez Cueva, 1995).

Otros factores que, unidos a este embolsamiento de aire frío, favorecen las lluvias torrenciales en la provincia de Castellón son (Querreda Sala, 1989):

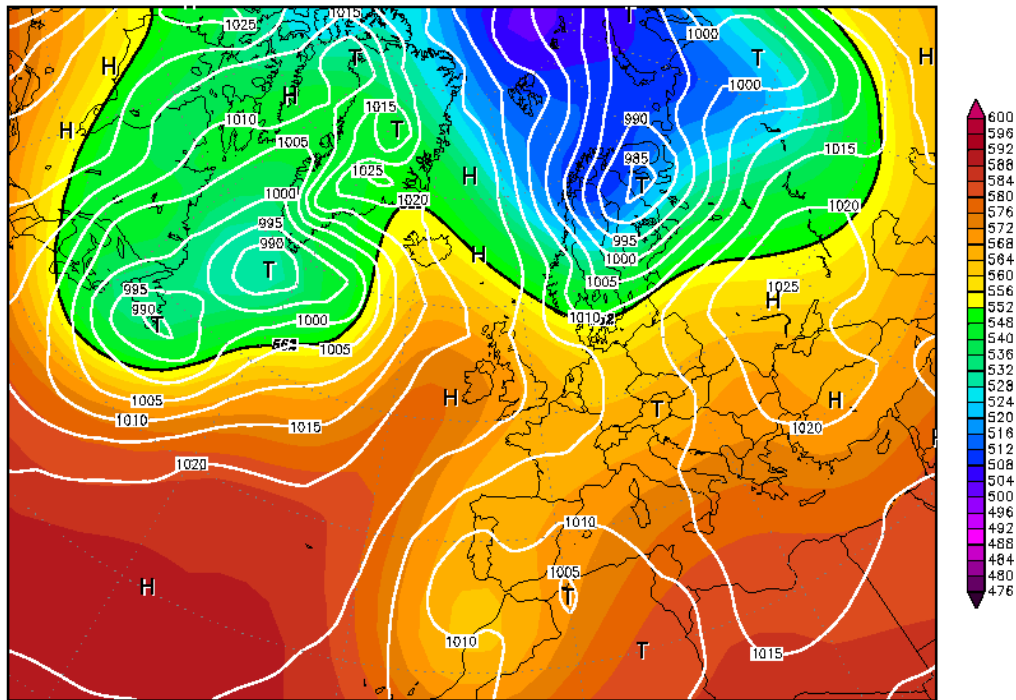
- Una temperatura superficial del agua del mar relativamente cálida que contrasta con la atmosférica y que favorece, por tanto, los movimientos convectivos. Es por ello que la mayor parte de estos episodios se producen en los meses de otoño que es cuando existe una mayor diferencia entre ambas temperaturas.
- Un área depresionaria superficial centrada sobre el norte de África, generalmente, sobre Argelia. El giro ciclónico de la borrasca favorece la advección de aire cálido y muy húmedo de procedencia marítima. Habitualmente, los grandes aguaceros vienen asociados a vientos con incidencia perpendicular a la costa, E-SE, ya que son éstos los que suelen presentar una mayor trayectoria marítima. Sin embargo, si se combina un gran recorrido sobre el mar con una dirección de incidencia NE-NNE, donde los efectos friccionales son máximos, las consecuencias pueden ser dramáticas.

En las figuras 1-2 se muestran los mapas de presión superficial y altura geopotencial a 500 hPa, correspondientes a dos episodios en los que se produjeron lluvias torrenciales en la ciudad de Castellón superiores a los 150 mm/día:

- 14 de octubre de 1962. Se observa un embolsamiento de aire frío aislado o gota fría, en las capas medias y altas de la troposfera, sobre el golfo de Cádiz (en color amarillo claro). En superficie, existe una depresión sobre el norte de Argelia que favorece la entrada de aire marítimo muy húmedo debido a su largo recorrido sobre el Mediterráneo. Los vientos proceden del golfo de Sirtes e inciden en la costa castellanense con dirección NE.
- 5 de septiembre de 1989. Se observa una vaguada en las capas medias y altas de la troposfera, sobre la vertical de la península Ibérica. En superficie, existe una depresión sobre Argelia que favorece la entrada de aire marítimo muy húmedo debido a su largo recorrido sobre el Mediterráneo. Los vientos proceden de dirección NE.

14OCT1962 00Z

500 hPa Geopotential (gpm) und Bodendruck (hPa)

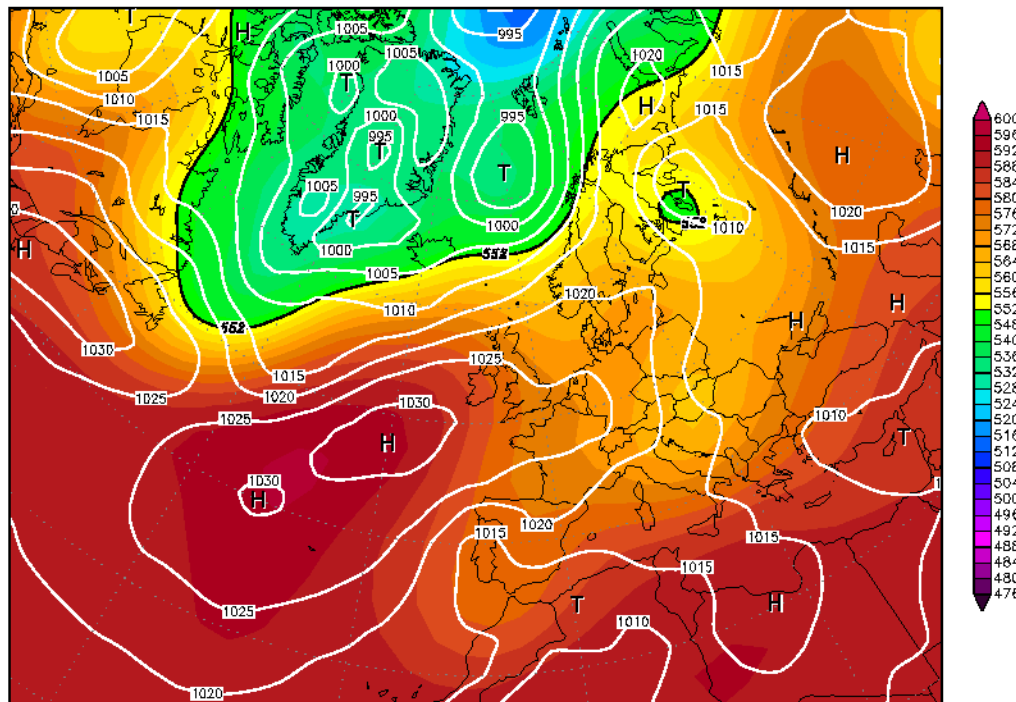


Daten: Reanalysis des NCEP
(C) Wetterzentrale
www.wetterzentrale.de

Figura 1. Presión superficial y altura geopotencial a 500 hPa (aproximadamente a 5.500 m) el 14 de octubre de 1962. Fuente Wetterzentrale.

05SEP1989 00Z

500 hPa Geopotential (gpm) und Bodendruck (hPa)



Daten: Reanalysis des NCEP
(C) Wetterzentrale
www.wetterzentrale.de

Figura 2. Presión superficial y altura geopotencial a 500 hPa el 5 de septiembre de 1989. Fuente Wetterzentrale..

3. Inundaciones históricas

El historiador Juan A. Balbás nos relata en su obra el *Libro de la Provincia de Castellón* (Balbás Cruz, 1981) algunas de las lluvias e inundaciones más importantes que acontecieron entre los siglos XVI y XIX, ambos inclusive.

Las primeras inundaciones documentadas de la capital corresponden a los días 22-26 de octubre de 1776. Las lluvias torrenciales comenzaron en la madrugada del 22 de octubre, desbordándose el río Seco e inundando el arrabal de San Roque y las partidas de Ramell y la Coscollosa. Las lluvias volvieron la noche y mañana de los días 23 y 24, reproduciéndose con mayor gravedad la inundación del día 22. El día 26 finalizó el temporal, tras otra fortísima tormenta de agua y viento que derrumbó casas y arrancó árboles centenarios de cuajo. A pesar de la violencia del temporal, Balbás solo comenta la muerte de un vecino por caída de un rayo.

El citado cronista también nos narra en su libro otras graves inundaciones ocurridas a finales del siglo XIX. Estas inundaciones así como la pluviometría record registrada en la ciudad de Valencia en el año 1884 (1.288 mm) podrían estar relacionadas con la variación climática que provocó la erupción del volcán Krakatoa, acaecida el 27 de agosto de 1883 (Querreda Sala, 1989). Entre los episodios registrados en la provincia de Castellón aquellos años, cabe destacar el temporal de octubre de 1883 que afectó especialmente a las comarcas del interior de la provincia. En la pedanía de La Estrella, situada en el límite con la provincia de Teruel, se produjo la mayor tragedia con el hundimiento de casi todas las casas y la muerte de 28 personas. Por otra parte, en la localidad de La Foia se derrumbaron 7 casas y perecieron 10 personas. Por lo que respecta a la capital de la Plana, a comienzos de noviembre de 1884 se produjo un formidable temporal. Al amanecer del día 4, tras varios días de lluvias intensas, se desbordó el río Seco, inundando toda la marjal y, especialmente, el Grao, donde las aguas llegaron a alcanzar los 2 metros. Los vecinos fueron desalojados en lanchas.

Ya en el siglo XX y aunque no se tienen noticias de graves inundaciones, destacan las precipitaciones máximas diarias acaecidas en la capital de la Plana el 16 de octubre de 1912, con 187,5 mm (Sarhou, 1989), y en noviembre de 1934, con 197 mm (Instituto Nacional de Meteorología, 1982). Estos aguaceros suponen el segundo y tercer registro más importante, en un día pluviométrico, desde que se realizan mediciones en la ciudad de Castellón¹.

Los años 40 y 50 del siglo pasado se caracterizaron por una extremada torrencialidad, de modo que numerosas localidades de la provincia de Castellón registran los récords pluviométricos en 24 horas. Entre dichos records cabe destacar los siguientes: 330 mm en Castellford y 325 mm en Zucania, el 19 Noviembre de 1945, 281 mm en la Vall D'Uixo, el 12 de Septiembre de 1951, 271 mm en Nules, el 11 de Octubre de 1956, y 361 mm en Bejís, el 14 de Octubre de 1957 (Sancho Comins, 1982).

Fue durante esas décadas cuando la ciudad de Castellón sufrió el peor desastre natural del pasado siglo. Los días 28 y 29 de septiembre de 1949, a las 19 horas del día 28, tras haber llovido durante todo el día, se inició un aguacero torrencial que duró unas 5 horas, registrándose en el observatorio de la capital 139 mm. El río Seco se desbordó

¹ Las primeras mediciones pluviométricas en la capital provincial comenzaron en 1912. El observatorio se emplazó hasta 1976 en el Instituto de enseñanza secundaria Francisco Ribalta. En 1977 el observatorio del I.N.M. se trasladó al término municipal de Almassora donde todavía continúa.

en cuatro puntos diferentes provocando la muerte de 11 personas, la mayoría mujeres y niños, además de incalculables daños materiales. Los barrios de Els Mestrets y La Guinea fueron los más afectados, con unas 60 edificaciones muy dañadas o derruidas, y el propio estadio Castalia resultó gravemente afectado, quedando inutilizado por cuatro temporadas².

Sin embargo, no fue durante los años cuarenta y cincuenta sino en los sesenta cuando la capital de La Plana sufrió la secuencia de lluvias torrenciales más destacable del siglo XX. El temporal, ocurrido entre los días 13 a 17 de octubre de 1962, tiene el honor de ostentar el récord de registros, tanto en cantidad de agua recogida en 24 horas como en el total acumulado. En efecto, durante las citadas fechas precipitaron casi 400 mm, de los cuales, al menos 273, se recogieron entre los días 14 y 15, con una intensidad diaria máxima de más de 210 mm³. Esta gigantesca tromba de agua provocó el desbordamiento del río Seco en dos puntos diferentes, inundándose los barrios del oeste de Castellón, por lo que unas 200 familias tuvieron que ser evacuadas. La marjal y la zona arroceras también sufrieron graves inundaciones que provocaron el desalojo de numerosas personas. Estas lluvias ocasionaron, por segunda vez, desde su inauguración en 1925, el desbordamiento de la presa de María Cristina⁴.

En septiembre de 1963, entre los días 12 a 17, se volvió a registrar un gran temporal recogiendo 238 mm, 210 de los cuales se contabilizaron entre los días 13 y 14. Tres años después, en octubre de 1966, precipitaron unos 200 mm entre los días 7 y 10. En ambos episodios quedaron inundadas grandes zonas de la marjal pero no se tiene constancia de daños graves.

El decenio se despidió con otro destacable temporal de levante acaecido entre los días 4 y 5 de octubre de 1969. En menos de 24 horas, desde el comienzo de las lluvias la noche del sábado día 4 y hasta las 19 horas del día siguiente, se recogieron 189 mm. En total, la cantidad medida estos dos días alcanzó los 200 mm. Como consecuencia del aguacero, el río Seco se desbordó en varios puntos, dejando anegadas amplias zonas del norte de la ciudad. Así mismo, la riada inundó gran parte de la marjal lo que provocó la evacuación de centenares de personas. Estas lluvias fueron las causantes del tercer desbordamiento del embalse de María Cristina.

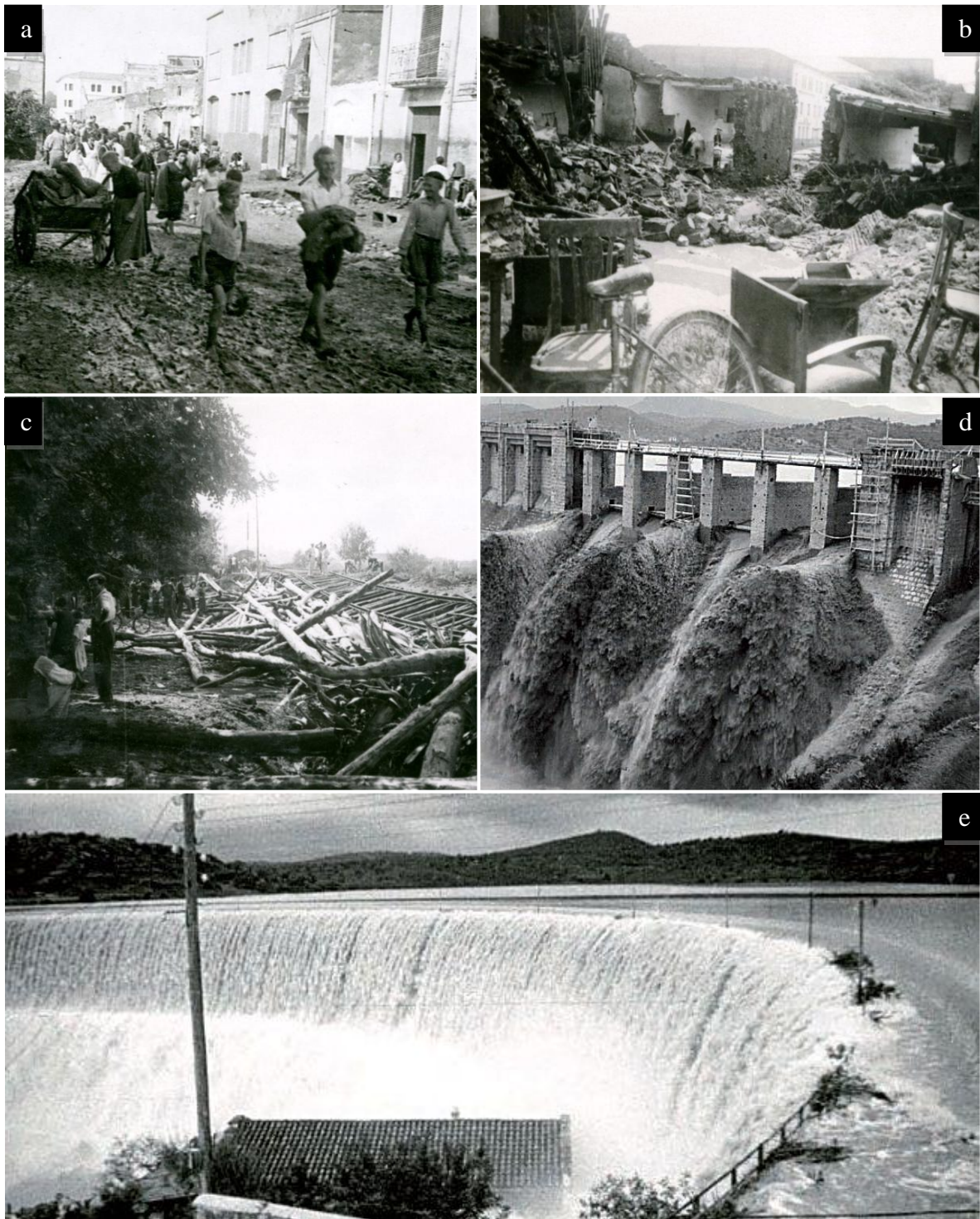
En los años setenta, los temporales presentaron, en general, una intensidad inferior a la del decenio anterior. Este hecho, unido a la mejora de las infraestructuras, con la

² Precipitaciones superiores a los 139 mm en 5 horas, aunque poco frecuentes, no son extraordinarias en las comarcas costeras de Castellón. De este modo, en los últimos 50 años, en la ciudad de Castelló se han producido al menos cuatro episodios de igual o, incluso, mayor intensidad (años 1962, 1966, 1969, 1989, 1994). Por tanto, la enorme magnitud del desastre ocurrido en 1949 nos conduce a pensar que la precipitación en la cabecera del río Seco, también llamado río Borriol, situada entre las sierras de Vilafames y la del Desierto, o en alguna zona de su cuenca (términos de Borriol y Castelló), podría haber superado con creces los 200 mm. Desgraciadamente, no existen, para tales fechas registros pluviométricos de las localidades más cercanas, como son Borriol, Poble Tornesa o Vilafames, que avalen esta hipótesis.

³ La precipitación registrada por el pluviómetro entre la 7 h y las 19 h del domingo día 14 (146 mm), según constata el observatorio de Castelló, no fue la realmente caída ya que el equipo rebosó.

⁴ En Octubre de 1957 se produjo el primer desbordamiento. Este hecho coincidió con las históricas inundaciones de Valencia.

finalización en 1970 del drenaje de la marjal y la apertura de una salida al mar para el río Seco, favoreció la ausencia de problemas de consideración.



4. Temporales más importantes ocurridos durante el periodo en estudio

En la Tabla 1 se detallan las precipitaciones más destacables durante el periodo analizado (1981-2010), en 24 horas y durante la totalidad del temporal. Se han seleccionado aquellos aguaceros en los que alguno de los dos pluviómetros superó los 125 mm en 24 horas, no fijando límite horario alguno.

Del análisis de la tabla se puede destacar que, en la capital, tan solo en tres ocasiones se han superado los 160 mm en 24 horas, en septiembre de 1989, en octubre de 1994 y en noviembre de 2005. Por otro lado, en el pluviómetro de Benicàssim, se ha superado la citada cantidad en cuatro ocasiones, en octubre de 2000, en noviembre de 2001, en noviembre de 2005 y en septiembre de 2009, y en tres de ellas se han recogido más de 200 mm.

Tabla 1. Precipitaciones máximas recogidas durante el periodo en estudio (en mm, no se han fijado límites horarios).

| Fecha | Castellón | | Benicàssim | |
|------------------|-----------|-------|------------|-------|
| | 24 horas | Total | 24 horas | Total |
| 21-22/08/81 | 55 | 55 | 139 | 139 |
| 13-19/04/82 | 127 | 176 | 120 | 206 |
| 26-27/09/85 | 130 | 145 | 121 | 136 |
| 31/09/86-1/10/86 | 80 | 80 | 127 | 127 |
| 4-7/09/89 | 165 | 205 | 146 | 204 |
| 20/09/1989 | 126 | 126 | 125 | 125 |
| 7-11/10/90 | 139 | 173 | 147 | 181 |
| 24-25/12/92 | 137 | 137 | 151 | 151 |
| 9-11/10/94 | 164 | 244 | 120 | 153 |
| 11-12/10/99 | 24 | 24 | 128 | 128 |
| 22-25/10/00 | 143 | 320 | 217 | 380 |
| 2-3/11/01 | 144 | 144 | 214 | 214 |
| 9-15/11/05 | 163 | 330 | 165 | 264 |
| 27-29/09/09 | 153 | 303 | 234 | 346 |

Los temporales de los años 80 se hallan ampliamente documentados en la obra de Querreda Sala *Las lluvias Torrenciales en La Comunidad Valenciana* (Querreda, 1994), por lo que no nos vamos a detener a comentarlos. Como señala el citado investigador, a lo largo de esa década el levante español sufrió la secuencia de sequías e inundaciones más dramática desde que se tienen registros (año 1850). El primer lustro del decenio fue uno de los más secos del siglo pasado mientras que el segundo resultó ser el más lluvioso, destacando el año 1989, en el que se registraron más de 1.200 mm en la capital de La Plana y casi 1.000 mm en la ciudad de Valencia. Reseñables fueron los episodios que padeció el levante español en octubre de 1982, noviembre de 1987 y septiembre de 1989, en los se alcanzaron, e incluso superaron localmente, los 600 mm/día.

En la página anterior, las imágenes a), b) y c) muestran los daños que causó la riada del día de San Miguel en 1949 en la ciudad de Castellón, la imagen d) muestra la avenida del río Palancia a la altura de la entonces recién construida presa del Sitjar en octubre de 1957 y la imagen e) muestra el desbordamiento de la presa de María Cristina en Octubre de 1962. Fuente: Archivo fotográfico de la UJI.

Sin embargo y como puede observarse en la tabla 1, en Castellón y Benicàssim no fueron los temporales registrados en los años ochenta, con la excepción de los acaecidos en abril de 1982 y septiembre de 1989, los que proporcionaron los registros más destacables del periodo en estudio. El temporal de abril de 1982 se puede considerar excepcional debido a las fechas en las que ocurrió y a que en algunos puntos del término de Benicàssim se alcanzaron los 240 mm, con registros diarios superiores a los 200 mm. Por su lado, la tromba de agua caída en la ciudad de Castellón durante la noche del 4 al 5 de septiembre de 1989, con 165 mm, ha sido la de mayor intensidad diaria de los últimos 40 años.

Los años noventa se caracterizaron por una sequía pertinaz que prácticamente abarcó todo el decenio y que probablemente haya sido la peor de todo el siglo XX. No faltaron, sin embargo, episodios reseñables como los ocurridos en octubre de 1990, diciembre de 1992 y octubre de 1994, destacando por su intensidad el último de ellos. El día 9 de octubre de 1994, tras una primavera y verano extraordinariamente cálidos y secos, se registró la segunda mayor precipitación en 24 horas del periodo en estudio. Los mayores daños se produjeron en la zona de la marjal. El día 10 continuaron las lluvias, recogándose, en apenas 45 minutos, unos 80 mm en el centro de la ciudad, lo que provocó la acumulación de más de medio metro de agua en algunas calles y plazas.

Durante la década de los años 2000 las precipitaciones se recuperaron respecto al decenio anterior, presentándose durante la misma la secuencia de temporales más intensos que ha sufrido la ciudad de Castellón, no tan solo de los últimos 30 años sino desde que se efectúan mediciones. Estos episodios, algunos de ellos con registros totales superiores a los 300 mm, tan solo son superados por el diluvio ocurrido en octubre de 1962, que continúa manteniendo los récords de máxima precipitación diaria y de total acumulado.

El primer episodio reseñable de la década acaeció el mes de octubre del año 2000, entre los días 22 y 25. En casi toda la zona costera de Castellón se recogieron cantidades superiores a los 300 mm, sin embargo, fueron las poblaciones del interior norte (interior del Baix Maestrat y Els Ports) las más castigadas, con precipitaciones que superaron los 500 mm y, localmente, incluso los 600 mm. En general, las lluvias fueron beneficiosas, pero también provocaron daños de consideración, destacando la rotura de un tapón de un aliviadero del embalse de María Cristina y su desbordamiento. Otros daños destacables fueron el derrumbe del puente de la carretera N-232, que une las localidades de Cervera de Maestre con Sant Mateu, y numerosas carreteras comarcales cortadas.

A comienzos de noviembre de 2001 se produjo otro temporal formidable, concentrado, especialmente, en La Plana Alta. La precipitación registrada fue muy variable ya que, mientras se recogían unos 140 mm en la ciudad de Castellón y el pueblo de Benicàssim, en algunas zonas de la marjal se superaban los 150 mm y, en el pluviómetro emplazado en la urbanización La Parreta, se rebasaban sobradamente los 200 mm en apenas 12 horas. Los problemas más graves se concentraron en las partidas de La Font de la Reina y Bobar, situadas en el límite entre los términos de Castellón y Benicàssim.

Entre los días 9 y 15 de noviembre de 2005 se registró otro fenomenal episodio de precipitaciones, localizado fundamentalmente en las comarcas de la Plana Alta y la Plana Baixa. Poblaciones como Borriol, Onda y la propia capital superaron los 300 mm durante esas fechas. Aunque no hubo problemas de consideración, las imágenes más habituales fueron carreteras cortadas y acequias y barrancos desbordados. En el norte de

la capital se desbordó el barranco del Sol, lo que impidió el acceso a la misma durante horas. La precipitación registrada en la ciudad de Castellón en 24 h fue la más elevada desde 1994.

En septiembre de 2009, entre los días 27 y 29, se produjo el último temporal destacable del decenio, siendo las comarcas más afectadas nuevamente las de la Plana Alta y la Plana Baixa. Este temporal, al menos en lo que respecta a los municipios de Castellón y Benicàssim, se puede considerar el más brutal de los años 2000, no tanto por la cantidad total acumulada, que fue muy destacable, sino por la intensidad de las precipitaciones, ya que en menos de 48 horas precipitaron más de 300 mm. En Benicàssim se superaron los 230 mm en 24 h, lo que supone el mayor registro en, al menos, 40 años. Las localidades más afectadas fueron Burriana, Benicàssim, Vila-real, Nules, Almassora y Castellón, y, entre ellas, la primera ya que quedó durante horas incomunicada tras recogerse 315 mm en dos días. El episodio dejó sumidas a estas poblaciones en el caos, produciéndose multitud de problemas, entre los que destacaron las carreteras cortadas, las inundaciones en bajos y calzadas, los cortes de luz, los retrasos de los trenes, los barrancos y las acequias desbordados, y el colapso circulatorio. Los bomberos del consorcio provincial recibieron centenares de avisos, decenas de ellos para rescatar a personas atrapadas en vehículos tras verse sorprendidas en pasos subterráneos anegados.



4. Análisis estadístico

Se ha aplicado el método de Gumbel a las precipitaciones máximas recogidas en 24h durante el periodo 1981-2010 (Ministerio de Medio Ambiente, 1998). Los valores de precipitación utilizados en los cálculos han sido siempre los registrados en un día pluviométrico, es decir, en el intervalo comprendido entre las 7:00 h T.U.C de un día civil determinado y la misma hora del día siguiente. Es por ello que no siempre deben coincidir con los medidos en un periodo de 24h de no establecer límites horarios⁵.

Por otro lado, el mismo tratamiento estadístico se ha aplicado a los temporales ocurridos durante dichos años. En este último caso, como es lógico, no se ha fijado ningún límite horario ni diario.

En las gráficas 3-6 se muestran los diferentes ajustes efectuados. Así mismo, en las tablas 2 y 3 se resumen los resultados obtenidos

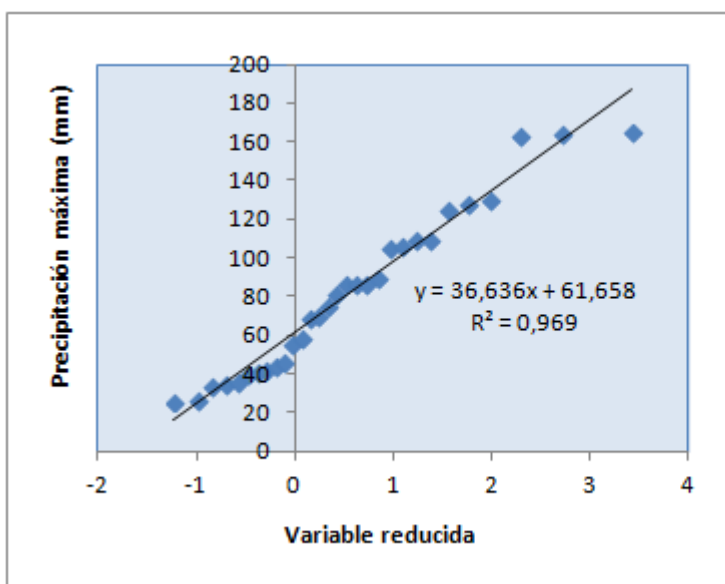


Figura 3. Diagrama de probabilidad de Gumbel para las lluvias máximas en 24 h en Castellón⁶.

En la página anterior, imágenes del temporal de septiembre de 2009: a) carretera de acceso sur a Castellón, b) el río Seco a punto de desbordarse y c) cascadas en las montañas próximas a la capital.

⁵ Normalmente las precipitaciones registradas en 24 h suelen ser superiores a las medidas en un día pluviométrico, como ocurrió en los temporales de Octubre de 2000 y 2001. De acuerdo con algunos autores, habría que multiplicar por 1,13 los valores correspondientes al día pluviométrico para aproximarse a los que se obtendrían de no fijar límites horarios.

⁶ La variable reducida es igual a: $-\ln \ln (100/P)$, donde P es la probabilidad o frecuencia empírica, cuyos valores se calculan mediante la expresión $P=100 i/(N+1)$, siendo i el orden de cada elemento en una serie ordenada en un sentido creciente y N el número de elementos (en nuestro caso concreto 31 años).

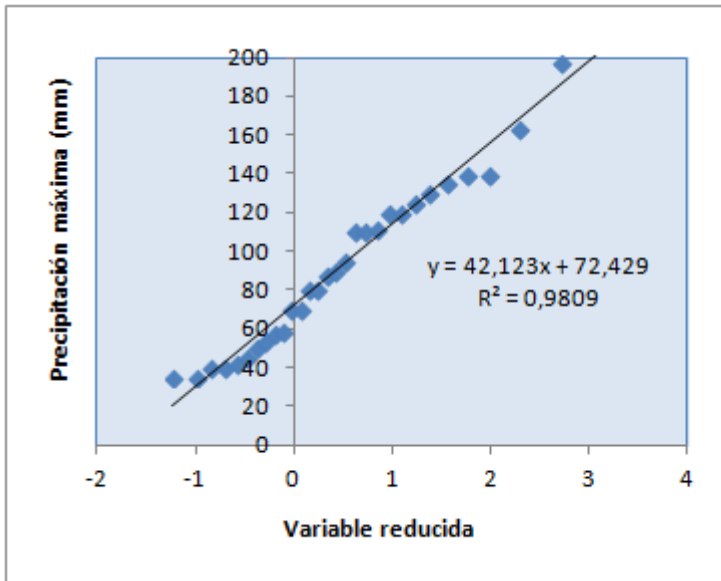


Figura 4. Diagrama de probabilidad de Gumbel para las lluvias máximas en 24 h en Benicàssim.

Tabla 2. Precipitaciones extremas en 24 h para diferentes periodos de retorno.

| Periodo de retorno (años) | Castellón (mm) | Benicàssim (mm) |
|---------------------------|----------------|-----------------|
| 2 | 75,1 | 87,9 |
| 5 | 116,6 | 135,6 |
| 10 | 144,1 | 167,2 |
| 20 | 170,5 | 197,5 |
| 30 | 185,6 | 215,0 |
| 50 | 204,6 | 236,8 |
| 100 | 230,2 | 266,2 |
| 250 | 263,9 | 304,9 |
| 500 | 289,3 | 334,1 |

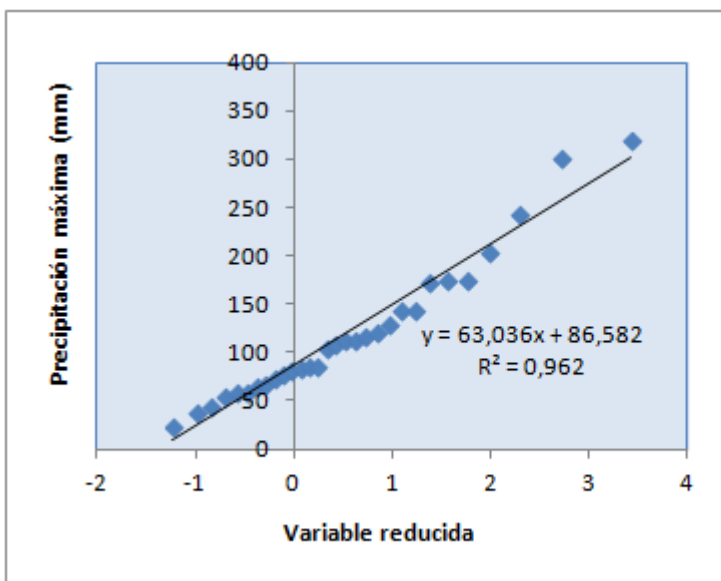


Figura 5. Diagrama de probabilidad de Gumbel para los temporales mayores registrados en Castellón.

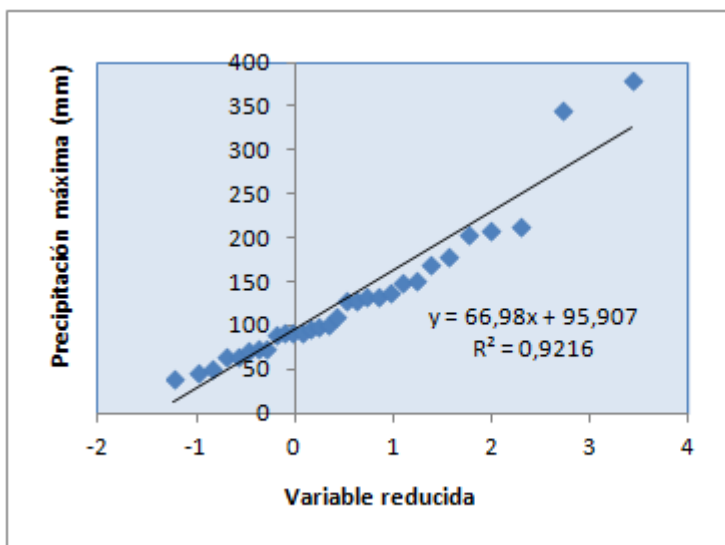


Figura 6. Diagrama de probabilidad de Gumbel para los temporales mayores registrados en Benicàssim.

Tabla 3. Precipitaciones extremas en un temporal para diferentes periodos de retorno.

| Periodo de retorno (años) | Castellón (mm) | Benicàssim (mm) |
|------------------------------|-------------------|--------------------|
| 2 | 109,7 | 120,5 |
| 5 | 181,1 | 196,4 |
| 10 | 228,4 | 246,6 |
| 20 | 273,8 | 294,9 |
| 30 | 299,9 | 322,6 |
| 50 | 332,5 | 357,3 |
| 100 | 376,6 | 404,0 |
| 250 | 434,5 | 465,6 |
| 500 | 478,3 | 512,1 |

Del examen de las figuras 3-6 y de las tablas 2-3 se pueden realizar los siguientes comentarios:

- Las observaciones se ajustan bastante bien a la distribución de probabilidad de Gumbel, tanto en el caso de las precipitaciones máximas en 24 h como en el de las cantidades máximas registradas en el conjunto de un temporal.
- Los máximos de precipitación diaria esperables en el pluviómetro de la capital, para cualquier periodo de retorno, son casi idénticos a los del antiguo observatorio oficial de Castellón, ubicado en el Instituto Francisco Ribalta y calculados a partir de las observaciones de los años 1950-1975 (Pérez Cueva, 1995). En efecto, para un periodo de retorno de 100 años son esperables 230 mm, en este primero, frente a los 232 mm que se calcularon para este último. Por lo tanto, al menos en lo que respecta a la zona de la capital, la intensidad de las lluvias diarias, durante estos últimos 30 años, ha sido muy similar a la de los 30 años precedentes.
- Las precipitaciones máximas esperables en el pluviómetro de Benicàssim siempre son superiores a las de la capital, para cualquier periodo de retorno. Esta mayor

intensidad se debe muy probablemente a la mayor proximidad al Desierto de Las Palmas. La orografía juega en estos casos un papel determinante, siendo las sierras bien expuestas, es decir, las que miran a levante, las que reciben las lluvias más abundantes. Por el contrario, en las áreas a sotavento o a medida que nos alejamos de las citadas sierras las precipitaciones suelen ser más escasas. Es por ello que en zonas próximas a Castellón, como Vila-real o el actual observatorio de la AEMET, emplazado en el término municipal de Almassora, la precipitación diaria máxima se reduce ostensiblemente, no superando los 200 mm para periodos de 100 años (Pérez Cueva, 1995).

- Aunque los resultados obtenidos nos indican que los municipios de Castellón y, especialmente, el de Benicàssim se encuentran entre los que se puede producir una mayor intensidad pluviométrica diaria de la provincia, solo igualados o superados por municipios cercanos a las sierras costeras (Betxi, Nules, Vall D'Uixo, Vinaròs, etc.) o situados en las zonas montañosas del interior más favorecidas por los vientos de levante (Atzeneta, Fredes, Catí, Pobla de Benifassar, etc.), dichos valores se encuentran muy alejados de los que presentan las áreas de La Safor y de La Marina Alta, donde son esperables más de 400 mm cada 100 años.
- Los datos obtenidos nos permiten evaluar, de una forma objetiva, la importancia de un temporal determinado. Así, por ejemplo, en las Tablas 4-5 se muestran los periodos de recurrencia para algunas de las precipitaciones más importantes de los últimos 30 años. Se puede destacar la precipitación registrada en 24 horas en octubre de 2009 en Benicàssim, con un retorno de 34 años. Por otro lado, también cabe señalar la cantidad total recogida en el temporal de 2000 que, en el caso de la ciudad de Castellón, presenta un periodo de retorno de unos 28 años y, en el caso de Benicàssim, de nada menos que 65 años. Así mismo, como no parecen existir diferencias apreciables entre los datos del antiguo observatorio de Castellón y los del estudio, podemos evaluar sin mucho error la importancia de algunos temporales históricos, como el de 1962 (tablas 4-5).

Tabla 4. Periodos de retorno para lluvias máximas en 24 h más importantes.

| Fecha | Lugar | Precipitación* (mm) | Periodo de retorno (años) |
|------------|------------|------------------------|------------------------------|
| 14/10/1962 | Castellón | >210 | >58 |
| 21/08/1981 | Benicàssim | 139 | 6 |
| 26/09/1985 | Castelló | 130 | 7 |
| 04/09/1989 | Castelló | 165 | 18 |
| 11/10/1994 | Castelló | 164 | 17 |
| 24/10/2000 | Benicàssim | 197 | 20 |
| 29/09/2009 | Benicàssim | 220 | 34 |

*Día pluviométrico

Tabla 5. *Periodos de retorno para los temporales más importantes.*

| Fecha (años) | Lugar | Precipitación (mm) | Periodo de retorno |
|-----------------|------------|-----------------------|--------------------|
| 13-17/10/62 | Castellón | >390 | >78 |
| 4-7/08/89 | Benicàssim | 204 | 5-6 |
| 4-7/08/89 | Castellón | 205 | 6 |
| 11-12/10/94 | Castellón | 244 | 10 |
| 22-26/10/00 | Benicàssim | 386 | 65 |
| 22-26/10/00 | Castellón | 316 | 27-28 |
| 9-15/11/05 | Castellón | 330 | 33-34 |
| 27-29/09/09 | Castellón | 303 | 22-23 |
| 27-29/09/09 | Benicàssim | 346 | 36-37 |

5. Conclusiones

Las crónicas históricas nos confirman que las comarcas de Castellón, al igual que el resto del levante español, han sufrido inundaciones catastróficas cíclicas desde tiempos inmemoriales. En el presente trabajo, tras describir las mayores inundaciones sufridas por la capital de la Plana en los tres últimos siglos, se ha determinado, mediante tratamiento estadístico, las máximas precipitaciones que son esperables para diferentes periodos de retorno.

El estudio nos demuestra el papel que juega el relieve en la intensidad de las precipitaciones. En efecto, para cualquier periodo de retorno, la zona de Benicàssim, más cercana a la sierra del Desierto de las Palmas, supera en intensidad pluviométrica diaria a la de la Capital. Estas diferencias también se observan en los registros máximos de los temporales. Así mismo, se advierten diferencias apreciables entre las precipitaciones recogidas en el observatorio de la AEMET, ubicado en el término de Almassora, y las medidas en la capital, sobre todo, en el caso de las situaciones ciclogénicas más destacables. En este caso también parece ser la orografía el factor determinante.

Las precipitaciones que se pueden registrar para periodos de retorno de 100 años, nos indican que el municipio de Castellón y, especialmente, el de Benicàssim se encuentran entre los de mayor intensidad pluviométrica de la provincia, superándose en ambos casos la isoyeta de los 200 mm/día pluviométrico. Estos valores, sin embargo, se encuentran muy alejados de los que se pueden registrar en el norte de la provincia de Alicante y el sur de la de Valencia.

Finalmente, destacar, del periodo en estudio, los temporales ocurridos en el decenio de los años 2000. En el primero, ocurrido en octubre de 2000, las cantidades totales registradas en todo episodio presentan un periodo de retorno que, en el caso de Benicàssim, es de unos 65 años. Respecto a los temporales históricos cabe reseñar el registrado en octubre de 1962, tanto en la precipitación diaria recogida, la máxima desde que hay observaciones en Castellón, como en el total acumulado, que presenta un periodo de retorno de casi 80 años.

6. Bibliografía

Balbás Cruz, J.A.(1981): *El libro de la Provincia de Castellón*, Castellón de la Plana, Caja de Ahorros y Monte Piedad de Castellón.

Instituto Nacional de Meteorología (1982): *Guía resumida del Clima en España*, Madrid, publicación D-25, Servicio de Climatología.

Ministerio de Medio Ambiente (1998): *Las precipitaciones máximas en 24 horas y sus periodos de retorno en España. Volumen 0*, Madrid, Publicaciones Secretaría General técnica Ministerio de Medio Ambiente.

- (1999) *Las precipitaciones máximas en 24 horas y sus periodos de retorno en España. Volumen 6: Comunidad Valenciana*, Madrid, Publicaciones Secretaría General técnica Ministerio de Medio Ambiente.

Pérez Cueva, A.J. (1995): *Atlas climático de la Comunidad Valenciana*. (pp. 50-53), Valencia, Generalitat Valenciana.

Quereda Sala, J. (1989): *La ciclo génesis y las gotas frías del Mediterráneo Occidental*, Castellón de la Plana, Diputació de Castelló. Col.lecció Universitària.

- (1994) Quereda Sala, J.: *¿Hacia un cambio climático?*, Lliçó d'obertura del curs 1993-94, Castellón de la Plana, Universitat Jaume I.

- (1994) Quereda Sala, J.: (1994): *Las lluvias Torrenciales en La Comunidad Valenciana*, Castellón de la Plana, Diputació de Castelló.

Sancho Comins, J. (1982): *Atlas de la Provincia de Castellón de la Plana*, Castellón de la Plana, Caja de Ahorros y Monte Piedad de Castellón.

Sarthou Carreres, C. (1989): *Geografía General del Reino de Valencia. Provincia de Castellón*, Castellón de la Plana, Caja de Ahorros y Monte Piedad de Castellón.