

LAS INUNDACIONES DE LOS RÍOS JÚCAR Y TURIA

Pilar Carmona González y José Miguel Ruiz Pérez *

Departament de Geografia. Universitat de València.

Avda., Blasco Ibañez, 28 - Valencia 46010.

Pilar.Carmona@uv.es

RESUMEN

Los ríos Turia y Júcar presentan diferente modalidad y magnitud de inundación asociadas a la geomorfología de sus llanuras y a las características de sus cuencas. Las inundaciones del Júcar, más frecuentes y prolongadas, se generan por múltiples combinaciones de crecidas con sus afluentes (Albaida, Sallent, Escalona y Magro) y en casos extremos pueden superar los 10.000 m³/seg. Las del Turia, menos frecuentes y más violentas, han llegado a superar los 3.000 m³/seg. Tras las avenidas catastróficas de 1957 en el Turia y 1982 en el Júcar la administración respondió con fuertes inversiones en medidas estructurales de protección. El desvío y canalización del Turia (años 60) ha supuesto la urbanización (y destrucción) de buena parte de la Huerta de Valencia. Desde diversos ámbitos se ha rechazado la propuesta (1999) de canalizar completamente el Júcar en su llano de inundación y abrir nuevos canales de desagüe. Se plantean ahora medidas no estructurales para la gestión del riesgo de inundación.

ABSTRACT

Floods of the Turia River and Jucar River show different magnitude and patterns associated with their floodplain geomorphology and drainage basin characteristics. Floods of the Jucar River are more frequent and prolonged, and they are generated by combined discharges of their tributaries (Albaida, Sallent, Escalona and Magro). Extreme flood events are so much high as 10.000 m³/sec. Floods of the Turia River are less frequent but more violent, reaching 3.000 m³/sec. After the catastrophic flood events of 1957 (Turia) and 1982 (Jucar) the administration carried out capital investment in structural flood control measures. Diversion and channelization of the Turia River (in the 1960s) has involved the urbanization (and destruction) of a great part of the *Huerta* of Valencia. Diverse spheres have rejected the proposal of complete channelization of the Jucar River and construction of diversion channels on its floodplain. Non-structural measures are being planned now to manage the risk of flooding.

INTRODUCCIÓN

Los llanos de inundación del Júcar y Turia presentan rasgos similares a otras áreas del Mediterráneo peninsular. Son áreas próximas al litoral de muy bajo gradiente (< 2 ‰ en el Turia y < 1 ‰ en el Júcar) con unos ríos cuya morfología está ajustada a pequeñas crecidas o aguas altas frecuentes, pero sin capacidad para evacuar exagerados caudales que se generan periódicamente con períodos de recurrencia de unas pocas décadas. La propensión a las inundaciones se aúna con la elevada densidad de población, la intensidad de aprovechamientos agrícolas e industriales y un elevado valor del suelo por lo que estos llanos han sido objeto de canalizaciones y defensas contra las inundaciones.

Tratamos de dos ámbitos muy diferentes desde el punto de vista hidrogeomorfológico y en cuanto a su organización territorial. Por un lado, el Turia --que afecta al área metropolitana de Valencia con más de 1 millón de habitantes-- fue desviado en la década de 1960 mediante canal capaz de evacuar 5.000 m³/seg. El Júcar, afecta a un área mucho más extensa (300 km²), la mayor parte de uso agrario y sus núcleos más poblados, Alzira y Carcaixent, están en constante expansión y con tendencia a invadir cada vez más el área inundable.

Si bien ambos espacios están sujetos a crecidas breves de carácter espasmódico, el Júcar presenta mucha mayor frecuencia y variedad de situaciones sinópticas capaces de provocar inundaciones. Además la geomorfología del

* Este trabajo ha sido financiado con el proyecto: "Sistemas de Información Geográfica y modelización hidrológica de crecidas" GVDRN



Figura 1.- Cuencas de drenaje de los ríos Júcar y Turia (autores Carmona P. Y Rufz J.)

llano aguas arriba de la confluencia Júcar-Magro (Ribera Alta) dificulta la evacuación de los flujos desbordados e incluso da lugar a reflujos por lo que la inundación puede durar 2-3 días, aún cuando la crecida tenga una duración mucho menor. En el Turia la inundación dura horas, pues el mayor gradiente confiere mayor velocidad al flujo.

Las cuencas de los ríos Júcar y Turia se ubican en el sector meridional del Sistema Ibérico y septentrional del Bético (Figura 1), tienen una superficie de 21.600 y 6.393 km²

respectivamente, de los cuales, 8.000 Km² de la cuenca del Júcar, son endorreicos (sector de Albacete), correspondiendo 2.800 km² a los llanos de Barrax, Albacete y Almansa. El Turia tiene una longitud de 280 km y se forma tras la unión en la fosa de Teruel de los ríos Guadalaviar y Alfambra cuyas cabeceras se sitúan a cotas próximas a los 2.000 m snm en la Sierra de Albarracín en el primer caso y en la de Gúdar en el segundo. Aguas abajo y tras adoptar rumbo ibérico (NW-SE) sus aguas quedan retenidas en los pantanos de Benagéver (Turia), Loriguilla (Tuéjar) y Buseo (río

Sot). El Júcar tiene una longitud de algo más de 500 km y nace en los manantiales cársticos de Tragacete (Serranía de Cuenca y Montes Universales). La escorrentía del sector de cabecera queda retenida en dos embalses, el de Alarcón (Júcar) y el de Contreras (Cabriel). Aguas abajo, el Júcar discurre encajado en la plataforma de la Submeseta sur, donde corta los acuíferos del sector endorreico de Albacete. En Cofrentes se unen, el Júcar, el Cabriel y el Reconque (afluente procedente del Valle de Ayora y Muela del Caroig). El fuerte desnivel que salva el río hacia el Mediterráneo se resuelve con el encajamiento en las muelas cretácicas de Albeitar, Jalance y Cortes de Pallás, que han propiciado la construcción de embalses para la producción de energía hidroeléctrica. En el último cierre natural, antes de la salida a la llanura litoral, se sitúa la presa de Tous (desmoronada durante la inundación de 1982 y reconstruida en los años 90). Después de las grandes inundaciones de 1982 y 1987 se han construido 3 embalses en

la cuenca del Júcar (Tous II, Escalona y Bellús) cuyo fin principal es la laminación de avenidas de la cuenca media-baja.

Las precipitaciones mediterráneas penetran muy poco hacia el interior y sólo un pequeño porcentaje puede ser retenido por embalses de las cuencas medias. La frecuencia de precipitaciones superiores a 100 mm / 24 h refleja la influencia del Mediterráneo y el efecto de los relieves. Las crecidas más importantes se generan en las partes bajas de ambas cuencas. El Turia recibe por su margen izquierda las ramblas Castellarda y Primera que drenan el sector meridional de la Sierra Calderona (orientada de NW a SE prolongación de la sierra de Javalambre). El Júcar recibe en el sector mediterráneo los aportes de los ríos Magro, Escalona y Sallent (Muela del Caroig) y Albaida (sierras béticas).

La última gran inundación del Turia en 1957 (que motivó el desvío artificial de su cau-

CLIMATOLOGÍA	<i>climatología sinóptica de episodios concretos</i>	GARCÍA MIRALLES, V. y CARRASCO, A. (1956), PÉREZ CUEVA, A. y ARMENGOT, R. (1983), QUEREDA, J. (1983)
	<i>precipitaciones extremas</i>	MARTÍN VIDE, J. (1994) ARMENGOT, R. (1994)
HIDROLOGÍA	<i>inundaciones históricas</i>	TURIA: ALMELA, F. (1957), BOIX, V. (1845), CARBONERES, M. (1873), SALES, (1780), TEIXIDOR, (1787) JÚCAR: ANÓNIMO (1935-36), BOSCH, M. (1866), CAVANILLES, A.J. (1785-97), GÓMEZ ORTEGA, J.F. et al. (1866), FOGUÉS, F. (1931), OROVAL (1974)
	<i>paleohidrología</i>	CARMONA, P. (1990 y 1991), BUTZER, K.W. et al. (1983) MATEU, J.F. (1983):
	<i>régimen</i>	MASACHS, V. (1948), MATARREDONA, R. et al. (1968), PÉREZ PUCHAL, P. (1967)
	<i>crecidas, hidrogramas, génesis</i>	ARENILLAS, M. et al. (1985), CÁNOVAS, M. (1958), MATEU, J.F. (1988) ROSSELLÓ, V. M. (1983b), RUIZ y CARMONA (1997)
GEOMORFOLOGÍA	<i>geomorfología general y evolución de los llanos de inundación</i>	CARMONA, P. (1986, 1987, 1990 y 1991), FERRER, V. (1985), MARTINEZ FERREROS, Y. (1992), MATEU, J.F. (1980, 1983b y 1992), ROSSELLÓ, V.M. (1972 y 1986), RUIZ PÉREZ, J.M. (1998)
	<i>consecuencias geomorfológicas de inundaciones individuales</i>	CALVO, A. Y FUMANAL, M.P. (1983), CARMONA, P. y SEGURA, F. (1989), LA ROCA, N. y CARMONA, P. (1983), CARMONA, P. Y FUMANAL, M.P. (1985), MATEU, J.F. (1983c), RUIZ PÉREZ, J.M. (1998), RUIZ PÉREZ, J.M. y CARMONA, P. (1998)
CRÓNICAS DE INUNDACIONES	<i>TURIA</i>	Cámara Oficial de la Propiedad Urbana de Valencia (1980),
	<i>JÚCAR</i>	BOIX, V. (1985), BOSCH, M. (1866), GIMENO, J. (1963) GÓMEZ ORTEGA, J.F. et al. (1866), ROSSELLÓ, V. M. (coord.) (1983a)
RIESGOS DE INUNDACIÓN Y TERRITORIO		BURRIEL (1986), CARMONA, P. (1997), CARMONA, P. y OLMOS, J. (1994), COPUT (1997), MATEU, J.F. (1988), MATEU, J.F. y CARMONA, P. (1991), ROSSELLÓ, V. M. (coord.) (1983a)

Cuadro I.- Trabajos referidos a las inundaciones de los ríos Turia y Júcar.

ce) presentó picos de crecida de 2.700 y 3.700 m³/seg que desbordaron en la ciudad de Valencia (pauta seguida históricamente). El Júcar ha construido un llano de inundación litoral (aproximadamente 300 km² considerando marjales litorales y margen meridional de la Albufera) con recurrentes desbordamientos. Desde el punto de vista topográfico se trata de una llanura de inundación convexa cuyo cauce meandrizante circula a cota alta entre diques aluviales y rodeado por cuencas de inundación laterales. En esta llanura, espacio de agricultura especializada y de exportación, se localizan importantes núcleos urbanos en creciente expansión hacia áreas inundables tal y como es el caso de Alzira, Algemesí o Cullera. Los desbordamientos del Turia siguen un modelo diferente, asociado a una pendiente mucho mayor que la del Júcar.

1. PUESTA AL DÍA BIBLIOGRÁFICA

Las peculiaridades hidrogeomorfológicas de los ríos mediterráneos y las importantes repercusiones socioeconómicas de sus inundaciones han impulsado el interés científico de su estudio. Los ríos Turia y Júcar han sido objeto numerosos trabajos de investigación. En el Cuadro I hemos ordenado por temas algunos de los trabajos más relevantes.

Climatología sinóptica

Las características de las cuencas bajas de ambos ríos presentan un marco adecuado para la torrencialidad causante de los desbordamientos en las llanuras mediterráneas. Los temporales ocasionados por sistemas frontales que barren la península producen raramente lluvias cuantiosas en el área mediterránea, debido al efecto *föhn* que supone el descenso del aire desde las montañas que bordean la meseta hasta el Mar. El mismo largo recorrido de estos vientos húmedos por toda la meseta hace que, al llegar a su parte más oriental, no posean apenas capacidad para producir lluvias. Por el contrario, se producen ocasionalmente flujos de vientos del este, debidos a la coincidencia anormal de un anticiclón o cuña anticiclónica al norte del área y una borrasca o baja relativa al sur. Puede unirse a esto la formación de una gota fría en altura, debido al estrangulamiento de una profunda vaguada del chorro en momentos de circulación con bajo índice zonal. Entonces se consigue una advección de aire mediterráneo y, a la vez, la inestabilización de la columna

atmosférica por el embolsamiento en altura de aire frío con circulación divergente. La conjunción de estos dos factores es capaz por sí sola de desencadenar los mecanismos de condensación y precipitación, si se tiene en cuenta que la masa de aire movilizada en el Mediterráneo occidental posee unas características de humedad y temperatura altas. Otro elemento se une a los dos mencionados anteriormente: la existencia de un relieve (entre los 400 y 1.000 m snm) adecuadamente orientado con respecto a los flujos de aire marino. Esta disposición, causante de la topografía del golfo valenciano, actúa como un gran embudo concentrador de los levantes y gregales con influencia también en tormentas aisladas (Pérez Cueva y Armengot, 1983).

Tres trabajos examinan la situación sinóptica de las dos inundaciones con más repercusión en el siglo XX. El primero, realizado por García Miralles, y Carrasco, (1958), recoge la situación sinóptica y la distribución y volumen de precipitaciones durante el episodio del 13-14 de octubre de 1957, que desencadenó el desbordamiento del Turia en Valencia. Los otros dos Querada, (1983) y Pérez Cueva y Armengot (1983) abordan el episodio de la inundación del Júcar en 1982 analizando situación sinóptica, influencia del relieve y tandas de lluvia durante el episodio, poniéndolo en relación con otros episodios en la cuenca. La información será analizada en detalle más adelante.

Precipitaciones extremas

El trabajo de Pérez Cueva y Armengot (1983) sobre lluvias torrenciales en la cuenca del Júcar durante el periodo 1949-82 llega a la conclusión de que los vientos del primer cuadrante (NE), predominantes durante los temporales, favorecen el encauzamiento por valles de dicha orientación y amplifica el desencadenante orográfico de la inestabilidad (efecto de embudo). En general se trata de situaciones con un fuerte gradiente pluviométrico hacia el oeste o noroeste. Las situaciones cuyo máximo se sitúa en el ámbito de la segunda línea orográfica (Macizo del Caroig), son las que proporcionan un mayor volumen de agua precipitada. En el propio valle del Júcar en la salida al mar (la Ribera Alta) se producen efectos de concentración de flujos de viento que dieron lugar a máximos de precipitación durante los episodios del 16-18 de noviembre de 1956, 14-18 de octubre de 1962, 26-29 de noviembre de 1972.

Martín Vide (1994) cartografía las precipitaciones máximas diarias en periodos de recurrencia de 2, 5, 10, 20, 50 y 100 años. En todos los casos se marca una banda alargada entre el cabo de La Nao y el centro de la provincia de Valencia que afecta especialmente a las cuencas de la margen derecha del Júcar (Escalona, Sallent y Albaida). Existe un máximo secundario centrado en el macizo del Caroig con precipitaciones mayores de 360 mm/24 h para un periodo de retorno de 100 años y mayores de 160 mm/24h para un periodo de retorno de 5 años. Por el contrario hacia la cuenca del Turia las isoyetas marcan una vaguada entre los Serranos y el Camp de Turia donde para los mismos periodos de retorno las precipitaciones son inferiores a 160 mm/24 h y 100 mm/24 h.

Armengot (1994) realiza un diagrama de las envolventes de récords de precipitaciones mundiales y valencianas para diferentes escalas temporales, desde un minuto a dos años. Los valores estimados en Bicorp (20-X-1982) (cuenca del Escalona) para periodos de entre una y doce horas se aproximan a los máximos registros mundiales. Alcanzan 500 mm en un periodo de 6 h.

Régimen hidrológico

Masachs (1948), Pérez Puchal (1967) y Matarredona *et al.* (1988) analizan el régimen de ambas cuencas. Masachs (1948) con los datos de aforos disponibles define las principales características del régimen de los ríos Turia y Júcar previas a la construcción de los principales embalses de regulación (períodos comprendidos entre 1913 y 1930-40 según las series). Los valores modulares para el Júcar son de 59,7 m³/seg en Sumacàrcer, a la entrada del llano de inundación, y queda reducido a 10,28 m³/seg en Cullera (desembocadura) por el sangrado de las acequias de la Ribera. En el caso del Turia, los valores modulares son muy inferiores, 10,43 m³/seg en Vilamarxant. Los afluentes de la cuenca baja, de marcada irregularidad, apenas aportan escorrentía y no modifican el régimen. Respecto a las variaciones estacionales destaca en el Júcar la existencia de un pico primaveral de origen pluvionival, un estiaje en verano (propio del ámbito mediterráneo), un descenso en enero, debido a la retención nival y al déficit de precipitaciones y un escalón en junio en el Cabriel y el Júcar asociado a las tormentas. El régimen en la parte baja está influido por las fuertes derivaciones y presenta las típicas inflexiones mediterráneas con picos en febrero y septiembre.

Pérez Puchal (1967) constata la influencia de los embalses, construidos desde mediados del siglo XX. Los embalses de Benagéber en el Turia y Alarcón en el Júcar han invertido el régimen natural, situándose el período de aguas altas en primavera-verano con máximo en julio y las aguas bajas en otoño-invierno con mínimo en octubre.

Inundaciones históricas y paleohidrología

Ambos ríos, han experimentado de forma recurrente episodios de inundación en los espacios de la llanura litoral desde el momento de la aparición de los primeros núcleos urbanos (épocas romana e islámica). Los registros geoarqueológicos y los datos de archivo han propiciado una abundante y valiosa información acerca del comportamiento hidrológico y las características de los desbordamientos.

Desde su fundación, la ciudad de Valencia es el referente de las riadas del río Turia. Su registro geoarqueológico, la numerosa documentación existente en los archivos históricos (desde el siglo XIII) y las crónicas de eruditos e historiadores, documentan el comportamiento hidrológico del Turia para épocas sin aforos. Durante los primeros siglos de historia de la ciudad (138 a. C. hasta los siglos I y II d.C.) se suceden episodios de desbordamiento que depositan arenas en facies *overbank*. Durante los siglos V al VII d. C., se observa un cambio hidrológico, no hay inundaciones violentas y arcillas de tono grisáceo se decantan en numerosos puntos del llano de inundación. Durante los siglos X-XI, momento álgido del periodo cultural islámico en tierras valencianas, se produce uno de los episodios más dinámicos desde una perspectiva fluvial. Potentes depósitos de cantos, grava y arena intercalados entre los restos arqueológicos son prueba de violentos episodios de desbordamiento (Carmona, 1991). En periodos posteriores a la conquista cristiana (s. XIII), la primera enumeración sistemática conocida de las riadas del Turia fue la de Sales (1760), que comenta 13 sucesos ocurridos entre los años 1328 y 1731. Con posterioridad, otros autores como Teixidor (1767), Boix (1845) y Carboneres (1873) documentan numerosos episodios, ya sea aprovechando el material recopilado anteriormente o bien aportando información de nuevos sucesos extraídos del *Manuel de Consells*, de los *Llibres de Sotsoberria de Murs i Valls*, del *Llibre de la Fàbrica nova del Riu*, etc. Almela (1957) recoge toda esta documentación, la completa sensiblemente y lleva la narración hasta momentos

antes de la gran inundación de 1957. Utiliza las noticias de los diarios locales para describir los acontecimientos de los siglos XIX y XX. En definitiva, entre los años 1321 y 1957, se registran en torno a 22 desbordamientos, 11 avenidas más o menos importantes y 15 episodios de inundación sin referencia a la magnitud o alcance de los mismos (Carmona, 1990). Una de las inundaciones de gran impacto fue la de 1589, a raíz de la cual los organismos públicos de la ciudad decidieron encauzar entre pretiles el río a su paso por la ciudad de Valencia (*Fabrica Nova del Riu*) (Carmona, 1997) y la de 1957 que motivó el desvío en el denominado Plan Sur, del que hablaremos más adelante

También las crónicas históricas ponen en evidencia las reiteradas inundaciones del Júcar. La interpretación del registro geoarqueológico de Alzira (ciudad fundada en un meandro del Júcar) revela el sustancial cambio hidrológico del siglo XI (Butzer, Miralles y Mateu, 1983). La tendencia a inundaciones más violentas desde época islámica se puede relacionar con lo descrito por Carmona (1991) en el Turia.

Según Mateu (1983), diferentes autores han recopilado más de 80 desbordamientos desde 1270 en la Ribera del Júcar, de los cuales ha quedado constancia en archivos, historias generales y locales, en trabajos geográficos (Cavanilles, 1795-97) y en obras referidas directamente al Júcar (Bosch, 1866; Gómez Ortega, 1866; Fogués, 1931; Anónimo, 1935-36 y Orval, 1974). Una reseña de las inundaciones históricas más destacadas con datos de altura de agua y sus consecuencias aparece en una tabla confeccionada por el CEDEX (1998), donde se citan las de 1406, 1473 (arrasó cientos de casas en Alzira), 1517, 1779, 1791 (2,80 m de altura de agua en el Camino Real), 1805 (2,94 m de altura de agua en Alzira), 1814, 1843, 1864 (la denominada riada de San Carlos con 3,45 m de altura de agua en el Convento de las Dominicas en Carcaixent), 1916, 1919 y 1923 entre otras. Según esta misma fuente, el análisis de las referencias históricas de las avenidas del Júcar pone de relieve su aleatoriedad, pudiendo estar bastantes años sin producirse ninguna inundación y después ocurrir varias seguidas. Desde el año 1923 hasta 1982 no hubo crecidas catastróficas y, sin embargo desde esa fecha y en sólo 5 años, se produjeron dos, la de 1982 y la de 1987.

Durante estos episodios tienen lugar destrucción de cosechas, arrastres de campos, derribamiento de casas y molinos, estrangula-

miento de meandros, cambios del curso del río, avulsiones en las confluencias, cambios en la desembocadura y lo que es más relevante, la destrucción y arrasamiento de poblados históricos que han condicionado fuertemente la organización del espacio humano en torno al Júcar. Después de la inundación de 1982, dos poblaciones, Beneixida y Gavarda, hubieron de ser trasladadas fuera del llano de inundación.

Las crecidas aforadas

Las crecidas del Turia se originan en la cuenca baja, procedentes de sus tributarios ríos Sot y Tuéjar y ramblas Castellarda y Primera. Este fue el caso de las inundaciones en 1589, 1897 y, la última, en 1957. Los aforos registrados nos permiten destacar picos de 340 m³/seg el 9 de noviembre de 1932, 450 m³/seg en el mes de julio de 1933, 514 m³/seg en diciembre de 1953 y 2.300 m³/seg (en la estación de Aguas Potables) el 28 de Septiembre de 1949. El último gran episodio de desbordamiento tuvo lugar el 14 de Octubre de 1957, consistió en dos crecidas, la primera estimada en 2.400 m³/seg y la segunda en 3.700 m³/seg de caudal máximo instantáneo (Mateu, 1988).

Los tributarios del Júcar, el Escalona, el Sallent, el Magro y el Albaida, con cuencas bien orientadas a temporales del E y NE, son responsables de la mayoría de las inundaciones del Júcar. Los autores que han analizado sus crecidas han señalado la importancia de la coincidencia de los picos de crecida de estos afluentes cuyas desembocaduras se encuentran en un tramo de algo más de 30 km del Júcar. Mención especial merecen los ríos Albaida, Sallent y Escalona con cuencas de litologías impermeables predominantes (arcillas y margas) y dentro de las isoyetas de máximas precipitaciones diarias para diferentes periodos de retorno. Sin duda, la cuenca del Albaida es la que registra la mayor frecuencia de crecidas capaces de provocar inundaciones en el llano del Júcar. Aguas abajo de la última confluencia, la del río Magro, la estación de Huerto Mulet ha registrado 14 crecidas de más de 400 m³/seg en 50 años en dicho aforo, donde los picos llegan muy laminados por desbordamiento aguas arriba (Ruiz, 1998).

El comportamiento hidrológico de estos cauces durante las crecidas queda reflejado en los tipos de hidrograma. En las cuencas afluentes individuales, suele generarse un único y destacado máximo, con un corto periodo

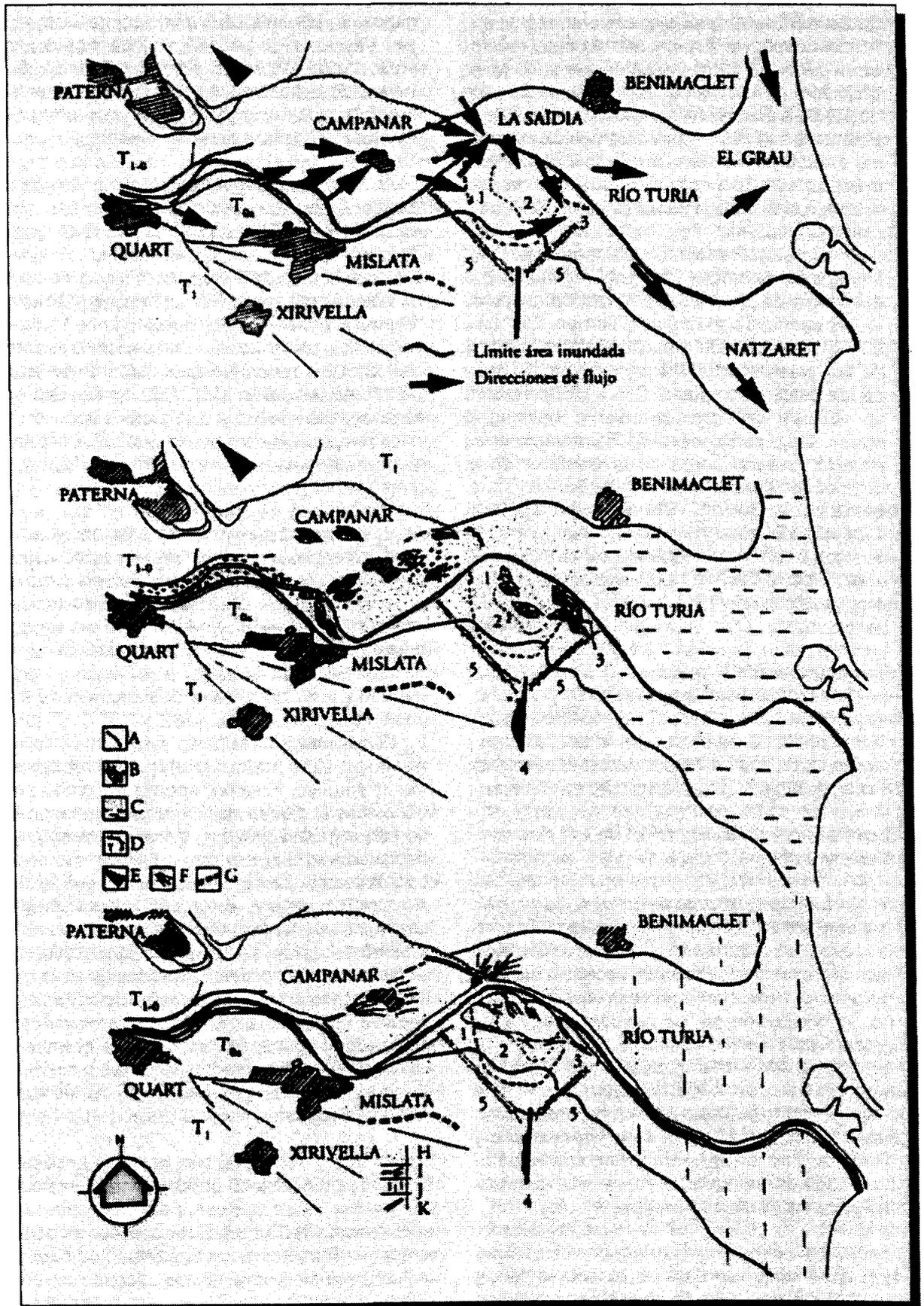


Figura 2.- Las inundaciones del río Turia en Valencia. A. límite área inundada; B. barras subleídas de derrame; C. lilo, arcilla, arena; D. terrazas; E. resalte pleistoceno; F. abanico luvial; G. paleocanales; H. arena; I. derrames; J. arcillas; K. vaguadas, paleocanales. 1. muralla de Valencia en el siglo XIV; 2. muralla islámica; 3. rambla dels Predicadors; 4. estació de Renfe; 5. grandes vías. (Carmona 1977).

de concentración y una igualmente rápida curva de descenso. En los ríos alóctonos como es el caso del Turia y el Júcar, la onda suele presentar varios picos relacionables con los de los distintos tributarios o bien con la estructura temporal de la lluvia. La coincidencia de las crestas de crecida, aumenta los caudales instantáneos y provoca cierres hidráulicos que retardan la descarga fluvial (Mateu, 1988).

En la actualidad el comportamiento hidrológico de ambos ríos está alterado por la existencia de presas y por la acción antrópica en las cuencas a lo largo del tiempo. Ello hace que en el estudio de magnitudes y frecuencias de las crecidas sea difícil incorporar muchos de los datos disponibles. CHJ (1998) muestra un análisis del comportamiento hidrológico aguas abajo de la presa de Tous, tanto en la situación natural como en la existente en la actualidad (construidas las presas de Tous, Escalona y Bellús). Se deducen caudales máximos del río en la parte baja (aforo de Huerto Mulet) sin la presencia de embalses de 950, 1.700, 6.000 y 11.900 m³/seg para periodos de retorno de 10, 25, 100 y 500 años respectivamente. Con la presencia de embalses y con periodo de retorno de 100 años se prevén caudales máximos de 690 m³/seg (salida en Tous), 1.840 m³/seg (Albaida) y 590 m³/seg (Magro). Para periodos de retorno de 25, 100 y 500 años se prevén en la estación foronímica del Júcar de Huerto Mulet caudales de 1.000, 2.200 y 4.500 m³/seg respectivamente.

Las llanuras de inundación de los ríos Turia y Júcar

La llanura aluvial de los ríos Turia y Júcar está emplazada en la cuenca terciaria valenciana, formada durante las etapas distensivas del sistema Ibérico. El ascenso del mar durante el Holoceno favoreció el rápido relleno, la divagación de los cauces y reiterados procesos de desbordamiento de ambos ríos que han modelado la llanura litoral. Dicha llanura ha sido objeto de estudios de diferente índole, desde enfoques netamente cuaternaristas resaltando el papel de la neotectónica y el eustatismo en su formación, hasta enfoques más dinámicos sobre los desbordamientos y depósitos de inundación.

Los sucesivos aportes de los cauces han construido una llanura aluvial de forma triangular remarcada en el sector continental por el eje tectónico distensivo NNE-SSW (dirección catalánide) y en el sur por una falla de directriz NE-SW (bética). Entre ambos ríos

queda la Albufera de Valencia a la que afluyen una serie de pequeños barrancos desconectados de estos dos sistemas fluviales. Entre las desembocaduras del Turia y Júcar se extiende una restinga arenosa que cierra la Albufera y diseña la línea de costa.

Los rasgos geomorfológicos del llano del río Turia y su evolución reciente han sido estudiados por Carmona (1990). Está formado por un abanico fluvial pleistoceno y varias bandas de terraza holocenas. En una de ellas se ubicó la población fundacional de Valencia. A unos 4 km del litoral, los materiales limosos holocenos entierran el sector medio y distal del abanico formando una llanura de baja pendiente (en torno al 2 ‰), las bandas de terraza desaparecen y dan paso a sendos diques fluviales bordeando el canal. En el litoral, someras depresiones cenagosas se disponen a ambos márgenes del río.

En la actualidad, el río está desviado y toda la llanura está ocupada por la conurbación valenciana. Por ello, la morfología y movilidad del cauce, la dinámica de los desbordamientos históricos y las repercusiones en las crecidas de la canalización de la edad Moderna han sido interpretadas en el registro sedimentario y en crónicas y documentos de archivo (Carmona, 1990, 1992 y 1997) (Figura 2). El trazado del río Turia, previo a la canalización de 1589 (*murs i valls*), no era excesivamente sinuoso. El lecho, apenas encajado entre bordes o diques prominentes, transportaba carga gruesa (cantos, grava y arena) que depositaba en las márgenes durante los desbordamientos. La topografía, la alineación de la muralla islámica, el trazado urbano de los ensanches de época medieval y los datos texturales del subsuelo permiten fijar antiguas orillas y posiciones del lecho testigos de su movilidad histórica. Las texturas del subsuelo señalan una pérdida de encajamiento del río en época histórica, relacionada con el importante aporte sedimentario (derrames y *crevasse splay* de cantos grava y arena) de los episodios de desbordamiento.

Ruiz y Carmona (en prensa) analizan una avulsión del tramo próximo a la desembocadura del río en época medieval (tramo conocido como la Punta). Este proceso supone la superación de un umbral geomórfico durante las crecidas favorecido por el gran aporte de sedimentos.

Los trabajos de Mateu (1980, 1983c, 1992 y 1999) relacionan factores geomorfoló-

gicos, hidrológicos y culturales para explicar la morfogénesis histórica de la llanura de inundación del Júcar. Distingue tres tramos desde la cabecera del llano hacia el mar. Uno inicial con morfología de valle con terrazas y otros dos, separados por el abanico aluvial del Magro, con diques y cuencas de inundación laterales. En los dos último sectores el cauce es meandrizante y sus márgenes se elevan 3-5 metros por encima de las áreas más deprimidas de la llanura circundante. La topografía convexa del abanico del Magro conforma un cierre topográfico con los piedemontes de la orilla opuesta que agrava las inundaciones de las poblaciones ubicadas aguas arriba, caso de Alzira y Carcaixent (Mateu, 1980; La Roca y Carmona, 1983; Ruiz, 1996). Mateu (1983b) reconoce potencias sedimentarias de orden decimétrico acumuladas en época medieval y moderna en muchos sectores del llano de inundación anteriormente no inundables, lo que explica la existencia de numerosos des poblados. Ruiz (en prensa) identifica este mismo proceso sobre las terrazas bajas pleistocenas del tramo de cabecera. Aquí, poblaciones fundadas inicialmente sobre el escarpe de terraza han sido incorporadas a la llanura de inundación. Martínez Ferreros (1992) investiga la morfología y los cambios recientes de los meandros del Júcar.

Consecuencias geomorfológicas de inundaciones individuales

Varias investigaciones abordaron la inundación del Júcar de 1982 desde una perspectiva dinámica. Calvo y Fumanal (1983) describen las repercusiones geomorfológicas en laderas y cauces de la cuenca media-baja del Júcar, destacando los cambios morfológicos y aporte de material grueso producidos durante la crecida. La Roca y Carmona (1983) describen la dinámica del desbordamiento (direcciones de los flujos y sedimentos) y su relación con los elementos morfológicos. Carmona y Fumanal (1985) relacionan las formas con la distribución y características texturales de los depósitos del desbordamiento.

La última inundación de 1997, ha sido estudiada por Ruiz y Carmona (1998). Sobre bases digitales con abundantes cotas y curvas de nivel equidistantes un metro, se cruzan datos tomados en campo (altura de agua, textura, potencia y estructura sedimentaria de los depósitos) tras la inundación y se identifican flujos concentrados, estancados, *overbank*, brechas, reflujos y obstrucciones por acción antrópica.

Las avulsiones (desvíos o abandonos de la cresta aluvial de un río) son procesos de baja frecuencia que pueden desencadenarse en inundaciones individuales. Ruiz (1998a, 1998b y Ruiz, en prensa) identifica avulsiones en las desembocaduras de los principales afluentes (Sallent, Albaida y Magro) que producen cambios en la dinámica de los desbordamientos históricos. Precisamente, las confluencias de estos ríos generan complejos efectos topográficos e hidráulicos en los flujos desbordados y son los entornos más dinámicos del llano de inundación.

2.- PROCESOS DE INUNDACIÓN RECIENTES

Inundación del Turia (octubre 1957)

La última gran inundación del Turia fue la de octubre de 1957 que motivó el desvío del río hacia el sur de la ciudad. Desde entonces sólo en el año 1977 hubo una crecida de cierta importancia que no llegó a superar los pretilos que canalizan el río a su paso por la ciudad.

García y Carrasco (1958) analizaron la situación sinóptica y las precipitaciones del suceso de 1957. El día 12 de octubre un núcleo anticiclónico se situó en el continente europeo y se mantuvo al norte de los Alpes, bien definido hasta el día 15. Entre tanto, una reducida área de presiones relativamente bajas se delimitó hacia el SW de la Península Ibérica y norte de Marruecos. Esta situación favorecía la invasión de una masa de aire superficial muy húmeda en las costas valencianas por su deslizamiento sobre el Mediterráneo occidental. La topografía de 500 mb mostraba la existencia de una baja con temperaturas de -20° , localizada sobre la mitad occidental de la península.

Las precipitaciones se iniciaron el día 12 de Octubre y alcanzaron su máxima intensidad en dos momentos: por la tarde del día 13 en la parte media de la cuenca del Turia y durante la mañana y primeras horas de la tarde del día 14, en la cuenca baja. En la cuenca del río Tuéjar las precipitaciones en 24 h oscilaron entre los 100 y los 300 mm; en la cuenca baja del Turia fueron del orden de 200 a 300 mm en el sector más continental. La precipitación antecedente contribuyó a aumentar enormemente la escorrentía. Los tiempos de respuesta del hidrograma fueron muy rápidos y se generaron dos picos de crecida. Los dos desbordamientos del cauce del Turia tuvieron lugar en la ciudad de

Valencia hacia la una de la madrugada del día 14 y alrededor de las 13 horas del mismo día. La primera onda de avenida se generó en las cuencas del río Tuéjar, Castellarda y Sot y la segunda, en la rambla Catellarda y directamente en el valle del río, entre la población de Bugarra y la ciudad de Valencia. Hay que destacar que a la inundación del Turia en la llanura costera se sumaron los desbordamientos de dos grandes colectores paralelos, el barranco del Carraixet por el norte y el barranco de Catarroja-Rambla del Poyo por el sur.

El hidrograma del río Turia del día 14 de Octubre de 1957 muestra dos picos de crecida de 2.700 y 3.700 m³/seg con un intervalo entre uno y otro de 9 horas. La primera onda se desplazó a una velocidad de 3,23 m/seg y la segunda a una velocidad media de 4,16 m/seg (Cánovas, 1958) (Figura 3). La crecida discurría en el entorno de la población de Quart (a 10 km de la desembocadura) por una sección de 900 m² con una anchura de aproximadamente 200 m (datos de la Confederación Hidrográfica del Júcar). El agua entró en la ciudad de Valencia escasos kilómetros aguas abajo, desbordados los pretilos de la Edad Moderna y abriéndose en manto en dirección al mar, con calados máximos de 5 m en algunas calles. Las consecuencias catastróficas del desbordamiento se recogieron en la prensa diaria (Cámara Oficial de la Propiedad Urbana de Valencia, 1960).

Inundación del Júcar (octubre de 1982)

En los últimos 20 años el Júcar ha experimentado tres desbordamientos en su llanura de inundación en 1982, 1987 y 1997. La situación torrencial de 1982 repite en lo fundamental el esquema de los temporales habituales del sector:

Entre los días 17 y 19, una profunda vaguada, observable en la topografía de 300 mb, se estranguló, generándose una gota fría que el día 19 a 12 h se sitúa sobre Gibraltar. Su posterior trayectoria la llevó al Rif en el momento álgido del temporal (día 20). La baja en superficie fue originada por la vaguada en altura que provocó un proceso ciclogénico en la ondulación de un frente frío que atravesaba la península el día 18. Entre esta baja, situada en el norte de África y un área anticiclónica situada en Europa central se encauzó el flujo de levante el día 20.

Rosselló (1983) recoge la información que resumimos a continuación. Diversas estimaciones acerca del volumen de precipitación

(en la cuenca "útil"), arrojan cifras en torno a 1.685 (Comisaría de Aguas del Júcar) y 1.785,8 Hm³ (Pérez Cueva y Armengot, 1983). Estos últimos dan valores de intensidad máxima en el valle de Ayora-Caroig de 120 mm /h y máximos acumulados de 650 mm en el Barranco Salado de Bicorp (cuena del Escalona). Lo más destacable fue la superficie abarcada por la isoyeta de 500 mm (715 km²). La tanda de lluvias abarcó cinco días (18-22 de octubre), la mayor parte en 48 h. Estas lluvias generaron un hidrograma con crestas de avenida de más de 5.000 m³/seg y caudales punta de casi 16.000 m³/seg. Un informe elaborado por ICONA ofrecía -de acuerdo con el Centro de Estudios Hidrográficos- los siguientes caudales punta: 15.888 m³/seg en el Puente de Casa de Paula (Alberic), 14.395 en Tous y 10.643 en Millares. A las 9 h del día 20 se inició la onda de crecida en Co-frentes y el caudal máximo instantáneo fue estimado en 4.000 m³/sg en Quesa-Navarrés (afluente Escalona) y en 6.000 m³/sg en Millares (Júcar) donde la central eléctrica quedó bajo el agua (ambos puntos aguas arriba de la Presa de Tous). Informes oficiales dicen que desde las 6 h a las 20 h del día 20 entraron en el pantano de Tous 220 Hm³, de los cuales salieron únicamente 90. El resto (700 u 800 Hm³ según las mismas fuentes) llegarían sobre todo, después del derrumbamiento de la presa, con un desfase de once a diecisiete horas respecto al momento central del temporal. Aguas abajo de la presa de Tous, el Sallent, Albaida y Magro registran ondas de avenida más tempranas a causa de la hora de precipitación (sobre todo en los dos primeros). Los aforos (Huerto Mulet en el Júcar) comienzan por 381 m³/seg (12 h) y pasan a 513 (15 h) para destruir las instalaciones con 960 (18 h) (hay que tener en cuenta que a este aforo, situado aguas debajo de la confluencia del Magro, llegan las ondas de avenida muy laminadas y con retardo por el desbordamiento y almacenamiento aguas arriba, en el sector de cabecera y medio del llano). El caudal máximo del Albaida se alcanzó por la tarde del día 20 con unos 2.000 m³/seg y el del Sallent, alcanzó los 1.200 m³/seg entre las 17 y las 18 h en la confluencia con el Júcar (antes del derrumbamiento de la Presa). Las puntas posteriores del hidrograma son difíciles de identificar al intervenir la presa y el derrumbamiento de la misma. De cualquier manera, poco después de las 19 h, una ola alcanzó 13.000 m³/seg en Sumacàrcer según el Centro de Estudios Hidrográficos (Rosselló, 1983). Dicha ola se generó por el desmoronamiento de la presa de Tous.

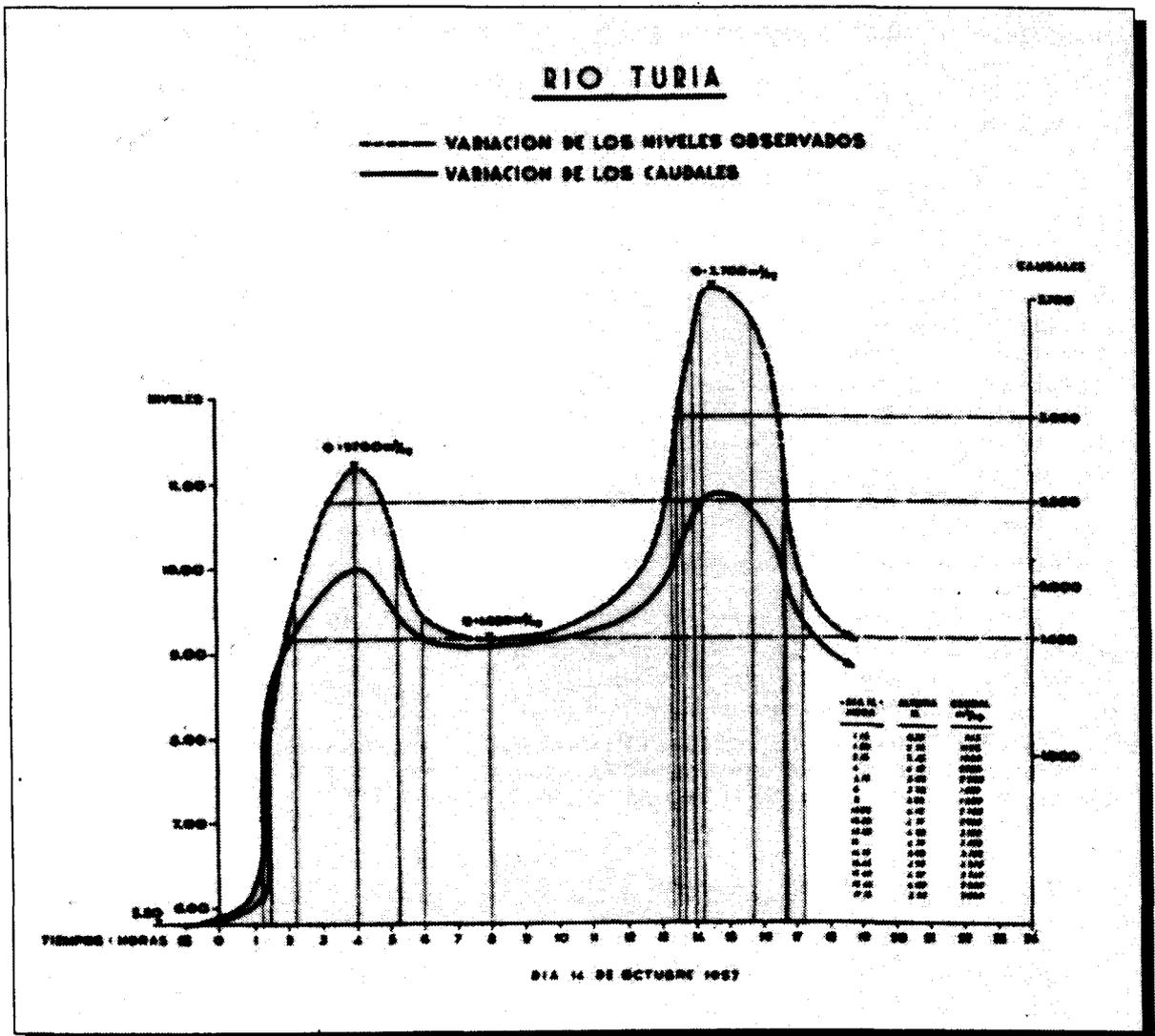


Figura 3.— Hidrograma de crecida del río Turia del día 14 de Octubre de 1957 (Cánovas, 1958)

Según la crónica de Gimeno (1983), las primeras poblaciones afectadas por los desbordamientos fueron las que se encuentran en las márgenes del Sallent (Càrcer, Alcàntera, Cotes y Beneixida) en la mañana del día 20 (esta cuenca no está regulada y la respuesta hidrológica es muy rápida; no dio tiempo a evacuar a la población). Por la tarde, antes de la rotura de la presa, toda la Ribera Alta del Júcar era un gran lago. La ola generada por el desmoronamiento de la presa, después de las 19 h, no incrementó en gran medida el área inundada, pero sí los calados máximos. La altura de agua en Alberic y convento de las Dominicas de Carcaixent fue de 5 y 3,1 m respectivamente (CHJ, 1998). En las calles más bajas de Alzira alcanzó hasta 5 m (barrio de l'Alquenencia y Les Basses).

La dinámica de los flujos desbordados y la distribución textural y potencia sedimentaria en la llanura de inundación fue analizada

con datos de campo y de fotografías aéreas realizadas poco después del desbordamiento. Se comprueba que la geomorfología y la acción antrópica son las que condicionan la trayectoria, velocidad y concentración de los flujos. El agua que superó las orillas del cauce se dirigía hacia las cuencas de inundación laterales donde se remansó ante obstáculos artificiales (vías de comunicación en realce como la autopista A-7 o el ferrocarril) y naturales como edificios aluviales de tributarios (abanico aluvial del río Magro) (La Roca y Carmona, 1983).

En el volumen extraordinario de Cuadernos de Geografía, vol. 32-33, (1983), se dedican varios artículos a las afecciones al sector agrícola e industrial. Se evacuaron poblaciones como Sumarcàrcer, Gavarda, Antella y Beneixida. Según la prensa murieron 16 personas (9 de ellas en Carcaixent) y hubo 9 desaparecidos en la provincia de Valencia (Gimeno, 1983).

Inundación del Júcar (noviembre de 1987)

Carmona y Segura (1989) constatan que el área inundada durante la inundación de 1987 fue algo menor que la de 1982. CHJ (1998) señala que presentó una tipología diferente, ya que fue causada por los afluentes de la cuenca baja. Los caudales máximos fueron inferiores y la precipitación, menos concentrada espacialmente, superó los 600 mm durante los días 3 y 4 de noviembre de 1987 en las proximidades de la presa de Tous. El caudal máximo del río Júcar en Tous fue de 1.300 m³/seg, el del río Albaida de unos 3.000 m³/seg y el de los ríos Sallent, Verd y Magro de 800, 500 y 800 m³/seg respectivamente.

Inundación del Júcar (30 septiembre 1997)

A primera hora de la noche del 30 de septiembre de 1997 tuvo lugar la última avenida del Júcar. Las presas de Tous y Escalona permanecieron cerradas y anularon la avenida del Júcar. No obstante, su cauce vehiculó la crecida procedente del Sallent (no regulado), a la que se sumó el pico de 865 m³/seg del río

Albaida regulado parcialmente por la presa de Bellús. La inundación abarcó un área de 38 km² desde la zona de confluencia del Albaida con el Júcar hasta la desembocadura del Riu Verd, incluyendo el área inundada por el Barranc de Barxeta en la zona de Carcaixent. El desbordamiento afectó principalmente a la margen izquierda y el pico de crecida del Júcar registrado en Huerto Mulet llegó muy laminado (478 m³/seg) (Figura 4). Ruiz y Carmona (1998) estudian los procesos hidrogeomorfológicos en la llanura de inundación, cruzando datos diversos tomados en campo (altura de agua, textura, potencia y estructura sedimentaria) sobre bases digitales 1:10.000 y 1:5.000. Relacionan geomorfología, topografía y distribución textural y potencia de sedimentos con diversas tipologías de flujos de desbordamiento (concentrados, estancados, *overbank*, derrames (*splays*), reflujos y obstrucciones por acción antrópica) (Figura 5).

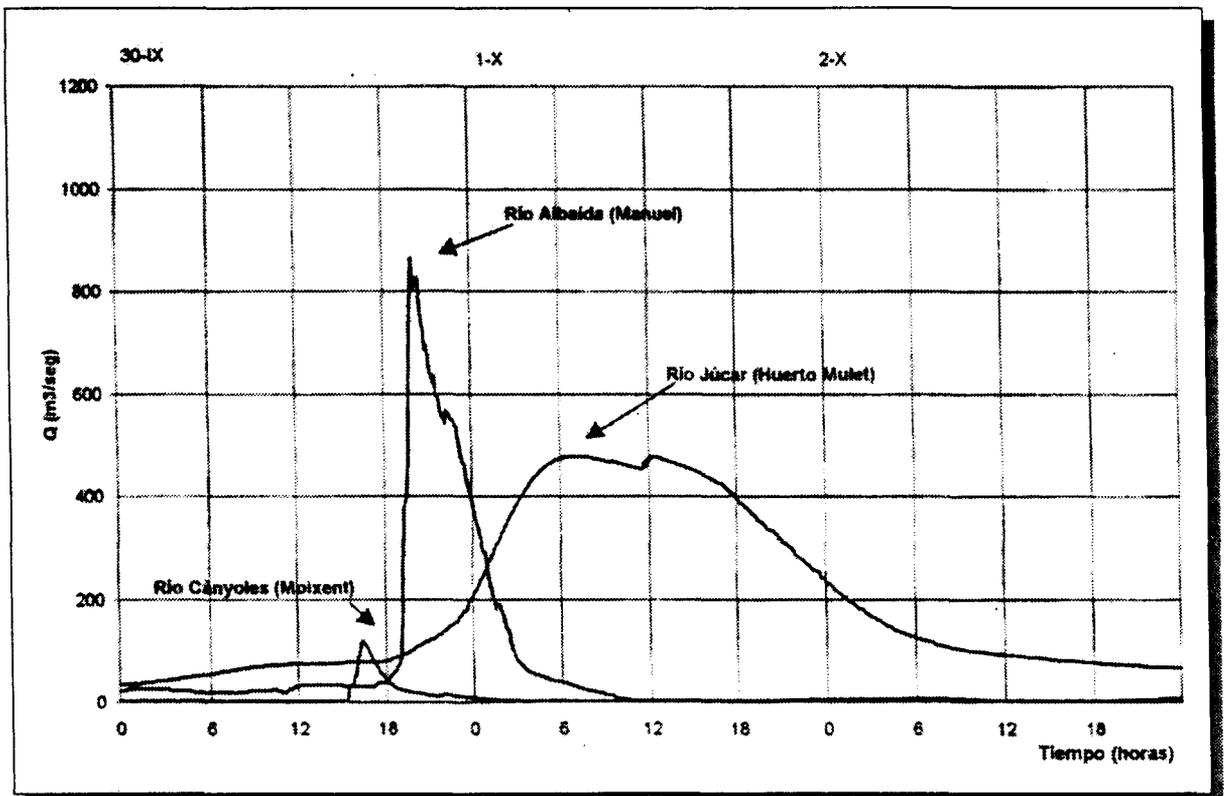


Figura 4.- Hidrograma de crecida del 30 de Septiembre al 2 de Octubre de 1997 en el Júcar y Albaida. (Ruiz y Carmona, 1998)

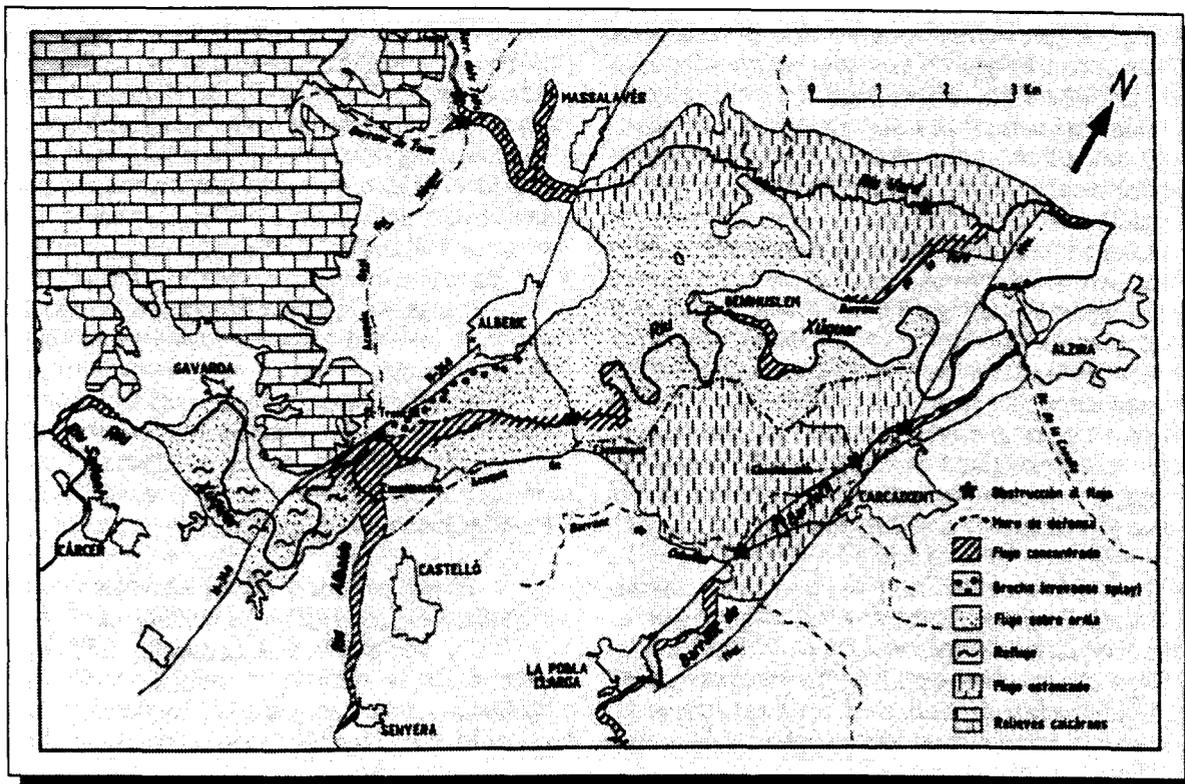


Figura 5.- Tipología de flujos de desbordamiento en la marca de circundación del río Júcar durante el episodio del 30 de Septiembre al 2 de Octubre de 1998. (Ruíz y Carmona 1998).

3. EVALUACIÓN DE LAS INUNDACIONES EN LA ZONA. PLANTEAMIENTO DE ALTERNATIVAS Y NUEVOS RETOS

Inundaciones del Turia

Las consecuencias de la inundación sufrida por Valencia en octubre de 1957 fueron de tal magnitud que la Confederación Hidrográfica del Júcar, a instancias del gobierno central, redactó un anteproyecto con las posibles soluciones a fin de evitar una nueva catástrofe de consecuencias similares. Tres soluciones fueron consideradas inicialmente: conservar el actual trazado mejorando su capacidad de desagüe y acompañándolo de la apertura de un nuevo cauce, el desvío por el norte y el desvío por el sur.

La solución del desvío por el norte fue rechazada por la problemática que aparecería en caso de coincidencia con las inundaciones del barranco del Carraixet, que desemboca al norte del Turia. La solución de mantener el cauce natural no fue tenida en cuenta pues, desde el punto de vista psicológico y emocional, no parecía aconsejable. Se aprueba la **Solución Sur** que se convierte en ley 81 del 23-XII-1961. Se acompañaba de las siguientes actuaciones: construcción de un pantano

de laminación en Vilamarxant, dragado del actual cauce del río y revisión del plan de ordenación urbana de Valencia.

La solución Sur consistía en abrir un cauce a partir de la población de Quart en dirección sur para luego dirigirse al mar. El nuevo cauce tiene una longitud de 12.692 m y una anchura de 200 m, con una capacidad de desagüe de 5.000 m³/seg, superior en un 35 % al caudal máximo registrado en octubre de 1957 (3.700 m³/seg). El nuevo recorrido del Turia discurría por la huerta de Valencia, célebre por su riqueza y por su sistema de riego, afectándole de dos maneras: por la ocupación del terreno cultivado y por su incidencia sobre las acequias de las comunidades de regantes. El proyecto condenaba a una rapidísima desaparición todas las tierras de huerta del sur de la ciudad hasta el nuevo cauce. Por otro lado, cuatro acequias (Favara, Rascanya, Rovella y Canal del Oro) tenían sus tomas en el tramo del río que será abandonado. El Plan Sur afectó también a varias Comunidades de Regantes que se opusieron a alteraciones de la situación histórica (Burriel, 1968).

Si bien en principio el proyecto tenía una concepción estrictamente hidráulica, poco

a poco fue sirviendo de excusa para abordar otras cuestiones de carácter territorial. La solución sur se transformó en un ambicioso plan urbanístico para adaptar la incipiente comarca metropolitana a los nuevos tiempos del desarrollismo de los sesenta. El planeamiento vigente en aquel momento se vio afectado. En 1946 se había aprobado, al igual que en otras ciudades españolas, el primer plan urbanístico de carácter metropolitano, ya que incluía a la ciudad de Valencia y a los pueblos de su cintura. El Plan Sur trastocó ese esquema de objetivos modestos y así, en 1966, se aprobó un nuevo plan comarcal, mucho más ambicioso en sus propuestas de crecimiento, contagiado por el triunfalismo económico del momento, para adaptarlo a la citada solución Sur.

Poco debate ha existido acerca del desarrollo de los acontecimientos. Algunos urbanistas piensan que el interés hidráulico del Plan sur quedó pronto relegado a un segundo término, dando paso a un excesivo protagonismo de los planes de carreteras. Eran los inicios de la fuerte motorización en España. Circunvalaciones, autopistas y nuevos accesos fueron diseñados sin más finalidad que "ensanchar" el tejido urbano al paso de los automóviles. Importantes espacios naturales como las huertas, las playas, el conjunto el Saler-La Albufera se verían afectados por estas iniciativas. El propio cauce antiguo, ahora propuesto como vial para el tráfico, fue una de las apuestas más considerables. Muchos de aquellos proyectos quedaron sin ejecutar más por falta de presupuesto que por presión ciudadana. Entre ellos la consolidación como vía de tráfico del espacio del antiguo cauce, que hoy en día es un espacio verde resultado de una serie de propuestas de diferentes urbanistas. En cuanto al debate hidráulico, las importantes modificaciones antrópicas producidas en el cauce a lo largo de los últimos años, tales como reducción de perímetro y urbanización de sectores de cabecera del mismo han alimentado serias dudas entre los especialistas sobre el comportamiento idóneo ante el supuesto de una gran avenida. (Carmona y Olmos, 1994).

La consecuencia inmediata ha sido, tal y como se preveía (Burriel, 1968), la urbanización y desaparición del espacio de huerta al sur de la ciudad hasta el nuevo cauce. La construcción del nuevo lecho fue acompañada de toda una serie de obras de infraestructura y operaciones urbanísticas. El desvío del río supuso para la zona, además de una profunda y amplia herida, la creación de una insupe-

rable barrera física que dividió tierras, acequias y caminos. Barracas y alquerías desaparecieron en nombre del interés general de la ciudad. Un sistema agrario milenario de relaciones cuidadosamente tejidas por el hombre sucumbió o se ha hecho incomprensible. Los márgenes del nuevo lecho fueron ocupados por autopistas que aumentaron la magnitud de la barrera física. Los problemas derivados nada tienen que ver con el debate hidráulico y muchos urbanistas ven el inicio del proceso destructor de la huerta y de sus espacios emblemáticos tales como el antiguo barrio de Natzaret o La Punta, en el famoso Plan Sur del año 1960 (Dolç y Herrero, 1999).

Inundaciones del Júcar

El impacto económico y psicológico de las inundaciones de 1982 —conocidas localmente como "la pantaná"— fue tremendo. Diecisiete años después todavía siguen en pleitos los damnificados por el cobro de indemnizaciones. Desde la administración se retomaron esquemas de protección ya planteados en la segunda mitad del siglo XIX: desviar largos tramos de cauces hacia las cuencas de inundación alejando las corrientes de los cascos urbanos, construir diques fusibles (inundación controlada), canalizar y/o aumentar la sección del cauce natural, levantar diques a cierta distancia de las orillas dejando una franja inundable.

Los precedentes se pueden encontrar desde tiempos medievales, pero fue la mayor inundación conocida del Júcar, en noviembre de 1864, la que impulsó más estudios y proyectos en la 2ª mitad del siglo XIX (estudios de los ingenieros de caminos Gómez Ortega *et al.*, 1866, y del ingeniero agrónomo Bosch, 1866; proyecto de desviación del río Júcar en la parte comprendida entre los ríos Albaida y los Ojos, 1866). A finales del siglo XIX se redactó el proyecto de defensa de Alzira (Enrique González Granda, 1899) ejecutado por Fausto Elío entre 1905 y 1924. El proyecto era muy agresivo porque derrocaba el puente medieval, un lienzo de la muralla islámica y eliminaba el meandro que rodeaba el recinto histórico convirtiéndolo en un vial. La mutación de la imagen de la ciudad ha sido radical, perdiéndose los elementos fluviales representativos de la *al-gezira* islámica (Mateu, 1996). La expansión urbana más acelerada de Alzira se produjo después de ser cegado el meandro estrangulado en la década de 1960. En las dos décadas siguientes se ocuparon las áreas deprimidas de su entorno, al igual que sucedió en Carcaixent. Estas quedaron bajo calados de hasta 5 m en 1982.

La Confederación Hidrográfica redactó el **Plan General de defensa contra las Avenidas en la Cuenca del río Júcar** (CHJ, 1985), ambiciosa propuesta de **acciones estructurales** basada fundamentalmente en el incremento de regulación de caudales mediante presas de laminación (Tous, Escalona y Bellús) y el incremento de la capacidad de desagüe del Júcar. Desde 1996 están operativas las tres presas y se han realizado sendas canalizaciones de las desembocaduras de los ríos Magro y Albaida. También se realizaron obras de urgencia después de las inundaciones de 1982 y 1987, reconstruyendo motas de defensa y revistiendo con gaviones algunos tramos del río (Sumacàrcer, Antella, Alberic, Benimuslem, Riola, Sueca y Fortaleny).

Entre las **acciones no estructurales**, la principal medida adoptada fue la implantación del SAIH (Sistema Automático de Información Hidrológica), que proporciona un conocimiento de la situación hidrometeorológica e hidrológica de las cuencas en tiempo real. Desde el año 1989 la red SAIH ha permitido el seguimiento de varios episodios de avenidas que se han producido en la cuenca del Júcar (la crecida del Magro en 1989 y en el Júcar los años 1993, 1996 y 1997). Actualmente, en el SAIH del Júcar están empezando a utilizarse modelos matemáticos que analizan los datos pluviométricos registrados durante una tormenta y realizan predicciones de hidrogramas de crecida en los embalses y en las estaciones de aforo. Paralelamente, se han desarrollado los planes de emergencia de Protección Civil.

La principal laguna ha sido la falta de una adecuada política territorial en zonas inundables, en parte por el vacío legal y en parte por la dificultad de coordinar a todos los organismos implicados. La excepción fue la decisión de relocalizar Gavarda y Beneixida, situadas aguas arriba de la confluencia del Albaida. Las inundaciones de 1982 y 1987 no frenaron la inercia de expansión urbana hacia zonas de riesgo que mostraban los planes urbanísticos de las poblaciones más dinámicas. La construcción de vías de circunvalación a modo de diques de defensa en Carcaixent evita en parte la inundación desde el Júcar, pero no hay forma de drenar los caudales procedentes de los pequeños barrancos de la cuenca del Barxeta si los niveles del Júcar son elevados.

Hasta ahora tampoco se han elaborado mapas de riesgo suficientemente detallados, base imprescindible para la ordenación territorial y para desarrollar una política de seguros. A fal-

ta de una planificación adecuada se han considerado las inundaciones únicamente como un freno al desarrollo económico comarcal y un mal evitable con inversiones en acciones estructurales. De ahí la continua exigencia de los alcaldes y mancomunidades de la Ribera a las autoridades regionales y estatales de soluciones definitivas al "problema" de las inundaciones.

La presión política generada tras la inundación de septiembre de 1997 forzó a la CHJ a presentar una nueva propuesta (CHJ, 1998) y a realizar un **debate público** en Alzira donde se expusieron opiniones desde diferentes ámbitos (CHJ, 1999a y 1999b). Según los estudios hidrológicos presentados las cuencas bajas no reguladas son capaces de generar todavía crecidas importantes (1.030 m³/seg en el Sallent, 1840 en el Albaida y 590 en el Magro para T=100 años). La solución propuesta (Figura 6), basada en modelaciones hidráulicas, consistía en un extenso sistema de encauzamientos (130 km) que comprendía el Júcar desde la confluencia del Albaida hacia el mar, los tramos finales de sus afluentes y barrancos principales. Además, se excavarían nuevos canales de desagüe desde el Júcar hacia el Riu Verd y aguas abajo de la última confluencia hacia la Albufera y el Estany Gran de Cullera.

La apertura de nuevas canalizaciones supondría una pérdida considerable de patrimonio natural y cultural (para humedales litorales como la Albufera, el Estany Gran, la misma ribera del río y el entramado de acequias históricas). Se presentaron numerosas alegaciones y opiniones contrarias al plan, muy agresivo desde el punto de vista ambiental, entre las que destacamos las siguientes:

"El problema de las inundaciones no es hidráulico sino social porque la sociedad -- a través de sus representantes en las diferentes instituciones y administraciones-- debe resolver entre ajustar el modelo territorial a las limitaciones y ventajas de habitar un llano de inundación o practicar una cirugía del sistema fluvial que desgarrará un denso paisaje organizado alrededor del río y que afectará los ambientes riparios y los medios naturales situados en cola y en los laterales del llano". J. Mateu en CHJ (1999b).

"Antes de lanzarse a nuevas actuaciones, sobre todo estructurales es preciso un nivel de estudios superior. La trascendencia de las propuestas y el más que estimable nivel de protección ya alcanzado nos

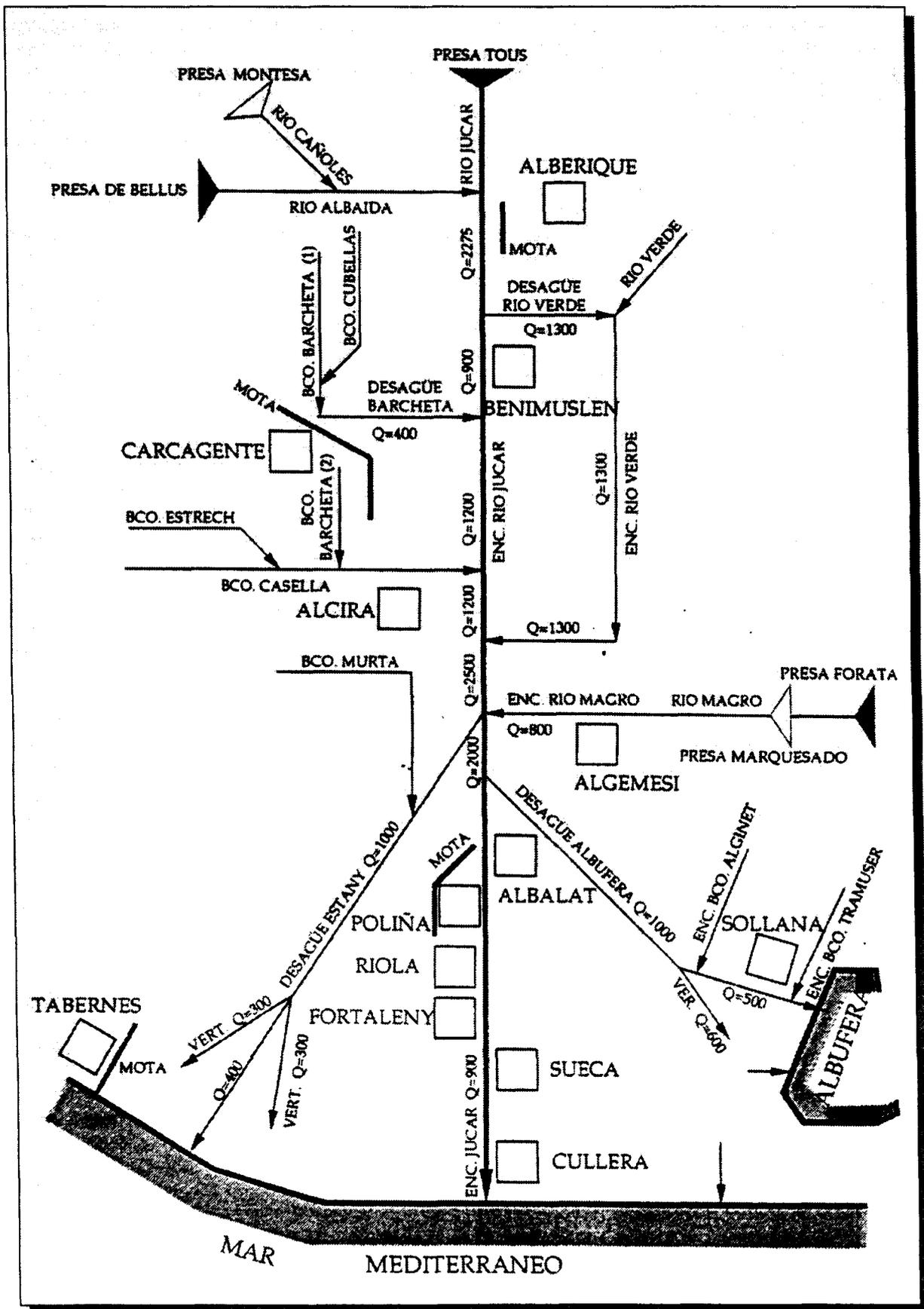


Figura 6.- Esquema de actuaciones previstas en el documento de CHJ, 1998. Caudales estimados para un período de retorno de 100 años.

permiten y obligan a la prudencia que no es inactividad". Marco (1999).

En octubre de 1999 se presentó una nueva propuesta (CHJ, 1999c) (Figura 7) con planteamientos mucho más acordes con los tiempos, dando mayor peso a las medidas no estructurales. Se pretende apurar las posibilidades de laminación mediante nuevas presas en las cuencas del Sallent, Magro y Cànyoles. Se limitan los encauzamientos al tramo Carcaixent-Autopista A-7 y pequeños barrancos de esta área, con el fin de mejorar el drenaje y bajar niveles en la conurbación Alzira-Carcaixent, el sector más conflictivo. Entre las medidas no estructurales se incluyen la elaboración de la cartografía de riesgo, el estudio de posibles corredores verdes en el Riu Verd y Barranc del Duc, la restauración hidrológico-forestal en las cuencas, planes de actuación municipal ante el riesgo de inundaciones, programa de ordenación territorial y programa de seguros. Obviamente, están implicadas numerosas administraciones de ámbito local, regional y nacional.

El ejemplo del Turia (años 60) ilustra como eliminar casi al 100 % el riesgo de inundaciones a costa de destruir el río y todo el patrimonio de su llanura de inundación (la Huerta) en aras del desarrollo y la prosperidad de la ciudad.

En el caso del Júcar, parece que se está llegando al fin de la era de inversiones masivas en control de inundaciones a través de estructuras de ingeniería, tendencia que llega a España con dos décadas de retraso. En el estado actual, no es justificable un macroproyecto de encauzamiento. La gestión de la llanura de inundación del Júcar debe pasar de las soluciones meramente hidráulicas a las basadas en la planificación y ha de ser pluridisciplinar. La Geografía tiene un amplio campo profesional y de investigación (riesgos, ordenación territorial, investigación de procesos hidrogeomorfológicos e hidroclimáticos, geografía cultural...).

BIBLIOGRAFÍA

Almela, F. (1957): *Las riadas del Turia (1321-1949)*, Valencia, Exmo. Ayto., 129 p.

Anónimo (1935-36): Inundaciones, terremotos, pestes y otras calamidades que ha sufrido Alcira. *Xucar*, n. 2,3 y 4, sin paginar.

ArmengotT, R. (1994): Les precipitacions extraordinàries. En: Pérez Cueva, A. (coord.): *Atlas climàtic de la Comunitat Valenciana (1961-1990)*. Generalitat Valenciana. Col·lecció Territori, nº 4, pp. 98-99.

Arenillas, M. *et al.* (1985): La avenida extraordinaria del Xúquer de 20 de octubre de 1982. En, *Catàstrofes naturals*, Valencia, Publicacions de la Càtedra de Geologia Aplicada a las Obras Pùblicas de la Universidad Politècnica de Valencia, pp. 17-49.

Bodi y Congrós, S. (1881): *El clima de la Ribera en el siglo XIX (Apreciaciones sobre Meteorología, o sea, exposición de teorías en el importante ramo de las ciencias físicas, deducidas de las observaciones atmosféricas, practicadas durante toda la vida de su autor)*. Publicacions de l'Ajuntament de Carcaixent, 1986, 342 p.

Boix, V. (1845): *Historia de la ciudad y Reino de Valencia*. Imprenta de D. Benito Monfort.

Boix, V. (1985): *Memoria histórica de la inundación de La Ribera de Valencia en los días 4 y 5 de Noviembre de 1864*. Graficuatre, Alzira, 1986.

Burriel, E. (1968): El Plan Sur de Valencia. *Estudios Geográficos*, 122-113, pp. 723-729.

Bosch, M. (1866): *Memoria sobre la inundación del Júcar en 1864* (presentada al Ministerio de Fomento).

Carboneres, M. (1873): *Nomenclator de las puertas, calles y plazas de Valencia*. Imprenta del Avisador Valenciano.

Butzer, K.W.; Miralles, I.; Mateu, J.F. (1983): Las crecidas medievales del río Júcar según el registro geo-arqueológico de Alzira. *Cuad. de Geogr.*, 32-33, pp. 311-331.

Calvo, A. y Fumanal, M^a.P. (1983): Repercusiones geomorfológicas de las lluvias torrenciales de octubre de 1982 en la cuenca media del río Xúquer. *Cuad. de Geogr.*, 32-33, pp. 101-120.

Cámara Oficial de la Propiedad Urbana de Valencia (1960): Las inundaciones de Valencia en 1957. Historia de la Riada y perspectiva de la ciudad, *Propiedad y Construcción*, 21-22, 293 p.

- Cánovas, M. (1958): Avenidas motivadas por las lluvias extraordinarias de los días 13 y 14 de octubre de 1957. *Obras Públicas*, 59-68.
- Carmona, P. (1986): El llano de inundación costero del río Turia. En, López Bermúdez, F. Y THORNES, J.B. (eds.), *Estudios sobre geomorfología del sur de España*, Murcia, Departamento de Geografía Física, pp. 49-53.
- Carmona, P. (1987): El riu Túria i l'emplaçament de la ciutat de València. *Debats*, 21, pp. 18-19.
- Carmona, P. (1990): *La Formació de la Plana Al.luvial de València. Geomorfologia, hidrologia i geoarqueologia de l'espai litoral del Turia*. Edicions Alfons el Magnànim, IVEI, 5, 175 p.
- Carmona, P. (1991): Interpretación paleohidrológica y geoarqueológica del sustrato romano y musulmán de la ciudad de Valencia. *Cuad. de Geogr.*, 49, pp. 1-14.
- Carmona, P. (1997): La dinámica fluvial del Turia en la construcción de la ciudad de Valencia. *Doc. Anàl. Geogr.*, 31, pp.85-102.
- Carmona, P. y Fumanal, M^a.P. (1985): Estudio sedimentológico de los depósitos de inundación en la Ribera del Xúquer (Valencia), en Octubre de 1982. *Cuad. de Investigación Geográfica*, Tomo XI, Pp. 65-74.
- Carmona, P. y Segura, F. (1989): La inundación del Xúquer en noviembre de 1987. *Cuad. de Geogr.*, 46, 97-106, Valencia.
- Carmona, P. y Olmos, J. (1994): Río y Ciudad. El caso de Valencia. *O.P. (Revista del Colegio de Ingenieros de Caminos Canales y Puentes)*, Ríos, II, pp. 34-39.
- Cavanilles, A.J. (1795-97): *Observaciones sobre la historia natural, geografía, agricultura, población y frutos del Reino de Valencia*. Madrid, Imprenta Real, 2 tomos.
- COPUT (1997): *Delimitación del riesgo de inundación a escala regional en la Comunidad Valenciana*. Generalitat Valenciana, Conselleria d'Obres Públiques, Urbanisme i Transports. Serie Cartografía Temática, 1, 56 p. más cartografía.
- CHJ (1985): *Plan General de defensa contra las Avenidas en la Cuenca del río Júcar*.
- CHJ (1998): *Proyecto del Plan de Actuaciones para la Reducción de los Riesgos de Inundación en el Tramo del río Júcar entre la incorporación del río Albaida y Polinyà de Xúquer y Barrancos Adyacentes (Valencia)*. INTECSA.
- CHJ (1999a): *Estrategias de actuación en la zona inundable de la Ribera del Júcar*. Volumen I, Ponencias Técnicas. Alzira, 29-30 de marzo de 1999.
- CHJ (1999b): *Estrategias de actuación en la zona inundable de la Ribera del Júcar*. Volumen I, Proceso de participación. Alzira, 29-30 de marzo de 1999.
- CHJ (1999c): *Plan global frente a inundaciones en la Ribera del Júcar: líneas de actuación*.
- Ferrer, V. (1985): El contacto entre la Ribera del Xúquer y els raiguers de les muntanyes de Carcaixent. *Cuad. de Geogr.*, 36, 1-20, Valencia.
- Francés, F. (1995): *Utilización de la información histórica en el análisis regional de las avenidas*. Monografía CIMNE, 27, 242 p.
- Fogués, F. (1931): Las inundaciones de la Ribera. *Anales del centro de cultura valenciana*, vol. IV, nº 10, pp. 232-250.
- García Miralles, V. y Carrasco, A. (1958): Lluvias de intensidad y extensión extraordinaria de las inundaciones de los días 13 y 14 de octubre de 1957 en las provincias de Valencia, Castellón y Alicante. *Servicio Meteorológico Nacional*, A-30, pp. 1-67.
- Gimeno Gómez, José (1983): *El pantano de Tous. La riada trágica, su historia*. Grafiques Gimeval, l'Alcudia, 221 p.
- Gómez Ortega, J.F., J.F. Lizarraga, E. de Churruca (1865): *Estudio de las inundaciones del Júcar de 1864*. Facsímil editado por la Confederación Hidrográfica del Júcar en 1988. 282 p.
- La Roca, N. y Carmona, P. (1983): Fotointerpretación de la Ribera del Xúquer después de la inundación de octubre de 1982. *Cuad. de Geogr.*, 32-33, pp.121-136, Valencia.
- Marco, J. (1999): Análisis Hidrológico y sus implicaciones en la planificación de una defensa integral frente a las Inundaciones de la Ribera del Júcar. En: CHJ, *Estrategias de actuación en la zona inundable de la Ribera del Júcar*.

car. Volumen I, Ponencias Técnicas. Alzira, 29-30 de marzo de 1999.

Martín Vide, J. (1994): Precipitaciones: màxims diaris, probables i irregularitat. En: Pérez Cueva, A. (coord.): *Atlas climàtic de la Comunitat Valenciana (1961-1990)*. Generalitat Valenciana. Col.lecció Territori, nº 4, pp. 94-96.

Martinez Ferreros, Y. (1992): La meandrización en el llano de inundación del Xúquer. *Cuad. de Geogr.*, 51, 23-41, Valencia.

Masachs Alavedra, V. (1948): *El régimen de los ríos peninsulares*. Barcelona, CSIC, 511 p.

Matarredona, R., Pérez Cueva, A. y Sanchis Moll, E. (1988): Los ríos valencianos y su régimen. *Guía de la naturaleza de la Comunidad Valenciana*, Valencia, Generalitat Valenciana, pp. 103-134.

Mateu, J.F. (1980): El llano de inundación del Xúquer (País Valenciano): geometría y repercusiones morfológicas y paisajísticas. *Cuad. de Geogr.*, 27, 121-142, Valencia.

Mateu, J.F. (1983a): La ciència y la técnica davant les revingudes del Xúquer (1635-1905): Notes preliminars. *Cuad. de Geogr.*, 32-33, pp. 243-264, Valencia.

Mateu, J.F. (1983b): Aluvionamiento medieval y moderno en el llano de inundación del Júcar. *Cuad. de Geogr.*, 32-33, pp. 291-310, Valencia.

Mateu, J.F. (1983): La inundación de la Ribera del Xúquer (20-21 de octubre de 1982). *Estudios Geográficos*, 170-171, pp. 187-221.

Mateu, J.F. (1988): Crecidas e inundaciones en el País Valenciano. *Guía de la Naturaleza de la Comunidad Valenciana*, Valencia, Generalitat Valenciana, pp. 595-654.

Mateu, J.F. (1992): Cambios seculares de la agradación aluvial y de la meandrización en la Ribera Alta del Xúquer. *SAITABI*, XLII, revista de la Facultat de Geografia e Història, Universitat de València, pp.183-205.

Mateu, J.F. (1996): Precedentes históricos de la Confederación. En: *Conmemoración del 60 Aniversario de la Confederación Hidrográfica del Júcar*, Valencia, pp. 13-47.

Mateu, J.F. (1999): Análisis geomorfológico de la Ribera. En: CHJ, *Estrategias de actuación*

en la zona inundable de la Ribera del Júcar. Volumen I, Ponencias Técnicas. Alzira, 29-30 de marzo de 1999.

Mateu, J.F. y Carmona, P. (1991): Riesgos de inundación en las riberas del Túria y Jucar, en: *Sociedad y Territorio*, XII Congreso Nacional de Geografía, Pp. 237-256.

Pérez Cueva, A. y Armengot, R. (1983): El temporal de octubre de 1982 en el marco de las lluvias torrenciales en la cuenca baja del Júcar. *Cuad. de Geogr.*, 32-33, pp. 61-86.

Pérez Puchal, P. (1967): Los embalses y el régimen de los ríos valencianos. *Estudios Geográficos*, 107, Pp. 149-196.

Oroval, V. (1974): inundaciones conocidas del término de carcagente por desbordamiento del río Júcar. Texto inédito presentado al ayuntamiento de dicha ciudad.

Quereda, J. (1983): los excepcionales temporales de octubre y su relación con las temperaturas del mar. *Cuad. de Geogr.*, 32-33, Pp. 87-100.

Roselló, V.M. (1972): los ríos Júcar y Turia en la génesis de la albufera de Valencia. *Cuad. de Geogr.*, 11, 7-25, Valencia.

Roselló, V. M. (1983a): La revinguda del Júcar i el desastre de la ribera (20-21 Octubre 1982). Una perspectiva geogràfica. *Cuad. de Geogr.*, 32-33, Pp. 3-38, Valencia. Facultat de Geografia e Historia.

Roselló, V. M. (1983b): La formación de la riada del Júcar (20-21 Octubre De 1982) Aguas arriba de Tous. *Estudios Geográficos*, 170-171, Pp. 171-186.

Roselló, V.M. (1989): Los llanos de inundación. En: Gil Olcina, A. y Morales Gil, A. (Eds.), *Avenidas fluviales e inundaciones en la Cuenca del Mediterráneo*, Alicante, Instituto Universitario de Geografía, 243-283.

Ruiz Pérez, J.M (1996): Hidrogeomorfología del abanico aluvial del río Magro. *Cuaternalario y Geomorfología*, 10 (3-4), 63-76.

Ruiz Pérez, J.M. (1998b): La avulsión del río Albaida en la llanura de inundación del Júcar (Valencia), En Gómez Ortiz, A. y Salvador Franch, F. (Eds.): *Investigaciones recientes de la geomorfología española*, Barcelona, Pp. 273-282.

Ruiz Pérez, J.M. (1998b): La desembocadura del Albaida (Siglos XVIII-XX): Una metamorfosis fluvial en la ribera del Xúquer, *Cuad. de Geogr.*, 63, Pp. 39-65.

Ruiz Pérez, J.M. (En prensa): Dinámica fluvial y organización territorial: El Júcar desde Antella al río Albaida. *Actas de la VII Asamblea d'història de la Ribera*. Sumacàrcer, Noviembre de 1998.

Ruiz, J.M. y Carmona, P. (1998): Procesos hidrogeomorfológicos en el desbordamiento del río Júcar de otoño de 1997 (Litoral Mediterráneo, Valencia), en Gómez Ortiz, A. y Salvador Franch, F. (Eds.): *Investigaciones recientes de la geomorfología española*, Barcelona, Pp. 283-290.

Ruiz, J.M. y Carmona, P. (En prensa): La desembocadura del Guadalaviar en época medieval: Progradación deltaica y avulsión. En: *Geoarqueología i Quaternari Litoral*. Memorial –M.P. Fumanal.

Sales, (1760): *Turiae marmor nuper effossum: Sive dissertatio critica de Valentino Sodalicio vernarum colentium ibidem, Auctore Augustino Salesio*.

Teixidor, (1767): *Antigüedades de Valencia*. Observaciones críticas... Valencia, Imprenta de Francisco Vives Mora, 1895.