

FRANCESCA SEGURA BELTRÁN *

LA GEOMORFOLOGÍA Y LAS
INUNDACIONES EN LA PLANA
DE VINARÓS-BENICARLÓ **

RESUMEN

En este artículo se estudia la dinámica de las inundaciones en la plana de Vinaròs-Benicarló. El reconocimiento de las principales formas aluviales, las noticias de las crónicas históricas, los aforos y el análisis de la acción antrópica, permiten establecer dos sectores diferenciados. En la mitad septentrional de la plana, los problemas se derivan de la gran cantidad de cauces y paleocauces formados sobre los abanicos aluviales del Riu de la Sénia, del Cervol y de la Rambla de Cervera, que conducen las aguas hacia los núcleos de población. Los puntos de desbordamiento de los cauces son los puentes y las rupturas de pendiente del canal. En el sector meridional las aguas se concentran en dos depresiones —alrededores de la ermita de Sant Gregori en Benicarló y la albufera de Peníscola— y provienen de los barrancos que se desvanecen al pie de las sierras y de los cauces que se desbordan en los meandros.

ABSTRACT

Dans cet article l'on étudie la dynamique des inondations dans la plaine de Vinaròs-Benicarló. La reconnaissance des principales formes alluviales, les informations des chroniques historiques, les débits et l'analyse de l'action anthropique, permettent d'établir deux différents secteurs. Dans la moitié septentrionale de la plaine, les problèmes sont dus à la grande quantité de lits et paléolits formés sur les cônes alluviaux du Riu de la Sénia, du Cervol et de la Rambla de Cervera qui dirigent les eaux vers les centres de population. Les points de débordement des lits sont les ponts et les ruptures de pente du canal. Dans le secteur méridional les eaux se concentrent en deux dépressions — autour de l'ermite de Sant Gregori à Benicarló et la lagune de Peníscola— et proviennent des ravins que s'effacent au pied des montagnes et des cours qui débordent dans les méandres.

* Departament de Geografia. Universitat de València.

** Este trabajo ha sido financiado por el proyecto PB-89-0524 de la DGICYT.

INTRODUCCIÓN

Las llanuras costeras valencianas son afectadas por inundaciones periódicas, cuya recurrencia se debe a las lluvias mediterráneas —copiosas y muy intensas—, a la geometría de las formas deposicionales —con predominio de los abanicos aluviales— y a la importante acción antrópica. Sin embargo, existen numerosos factores diferenciadores (paleocauces, encajamiento de la red, rupturas de pendiente, neotectónica, etc.) que explican la distinta incidencia en cada una de las zonas inundables (SEGURA, 1991; SEGURA y CARMONA, 1994; CARMONA, 1995).

En el caso de la llanura de Vinaròs-Benicarló, la compartimentación en bloques y la neotectónica condicionan la localización de los depósitos fluviales. La disposición de los abanicos aluviales —claramente progradante—, su configuración como acera aluvial y las características específicas de los cauces y paleocauces —red divergente y con fuertes rupturas de pendiente—, controlan la trayectoria de los flujos. Cuando las aguas se desbordan, la ocupación antrópica desordenada del territorio— tanto en los núcleos de población como en el litoral— intensifica la inundación.

1. UN ESPACIO COMPARTIMENTADO EN BLOQUES

La Plana de Vinaròs-Benicarló forma parte de las últimas estribaciones de la Cordillera Ibérica. Se trata de una estructura hundida, paralela a la costa, cuyo basamento calcáreo se hunde de forma escalonada hacia el mar. Limitada al oeste por la Valldàngel Oriental, dos accidentes de directriz ibérica la individualizan por el norte y por el sur de la Serra del Montsià y de la Serra d'Irta.

El sector septentrional de la llanura se prolonga hacia la fosa "Media" a través de un pequeño corredor transversal de directriz ibérica, que interrumpe la alineación de la Valldàngel Oriental. Por el sur la llanura conecta con la Fosa d'Alcalà, que separa la Valldàngel Oriental de la Serra d'Irta. (fig. 1)

La estructura profunda de la plana es sumamente compleja. Las calizas mesozoicas descienden en graderío hacia el mar, quedando fragmentadas en bloques transversales de menor entidad por fracturas de directriz ibérica. En los cortes estratigráficos (IGME-EPTISA, 1974), se aprecia la disimetría de la fosa, con una cubeta profunda por debajo del Cervol (el sustrato rocoso se encuentra a -300 m) y otra menos deprimida al sur (-200 m). En medio se encuentran bloques elevados (Puigs de la Parreta, de Sant Sebastià y de la Nau), donde reaparecen las calizas cretácicas de la Valldàngel Oriental.

Los sondeos geoelectrónicos realizados por el IGME-IRYDA (1972) sugieren la presencia de dos fallas que afectan al sector meridional, dividiéndolo en dos bloques de hundimiento progresivo. El primer escalón queda delimitado por la línea de falla, que separa la Serra d'Irta y la plana de Vinaròs-Benicarló, cuya prolongación llega hasta la Rambla de Cervera, con una orientación 350°-355°.

Una segunda fractura, con una orientación aproximada de 38°, delimita otro bloque hundido. La falla, con una directriz NE-SW, podría ser la continuación de la falla dels Pitxells (CANEROT *et al.*, 1973) que corta la Serra d'Irta en dos partes, separando el Kimeridgense superior del inferior. Su prolongación por debajo del relleno pliocuaternalario conecta con la línea de costa en las inmediaciones de Benicarló, delimitando un bloque hundido triangular, donde se asienta la antigua Albufera de Peníscola (fig. 2).

Así pues, el basamento calcáreo mesozoico queda configurado como un espacio escalonado, fragmentado ortogonalmente, si bien los bloques meridionales pueden estar

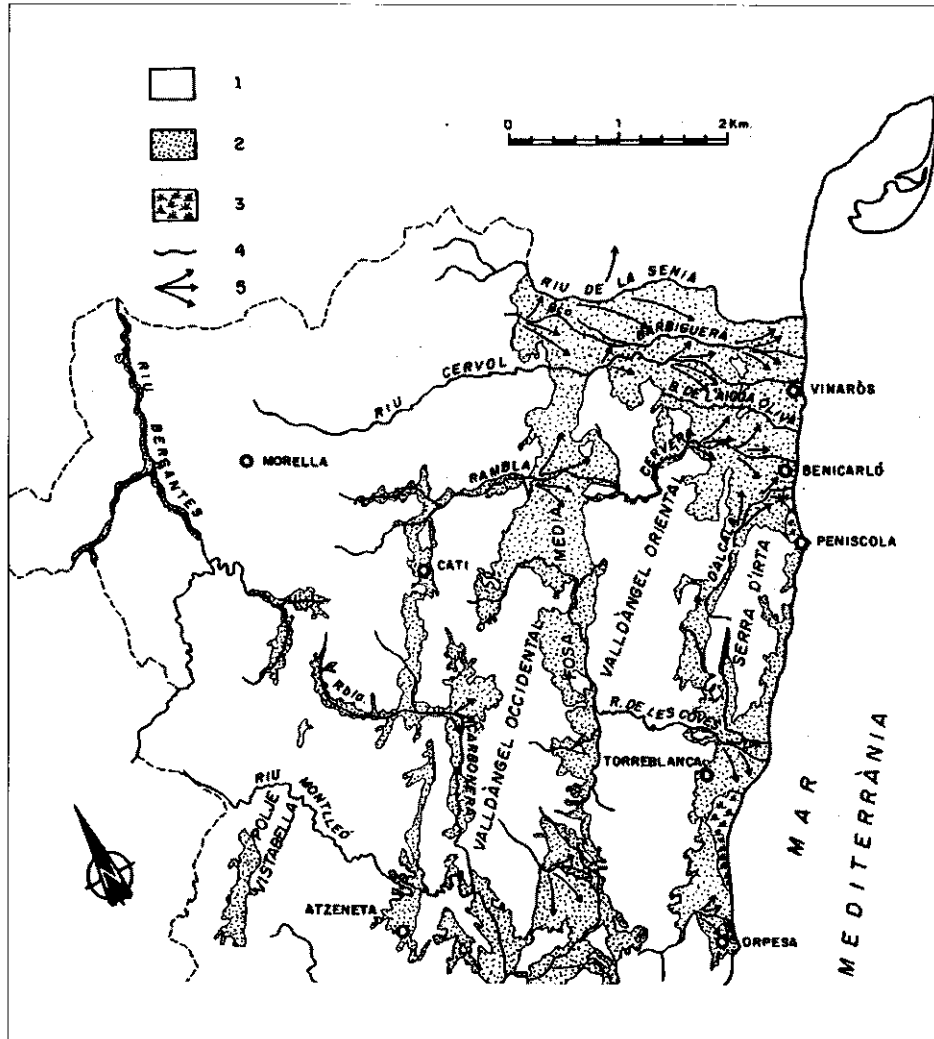


Fig. 1. Fosas y *horsts* en las tierras septentrionales valencianas. 1. Pilares tectónicos. 2. Fosas y llanuras costeras. 3. Marjales. 4. Ríos. 5. Abanicos aluviales.

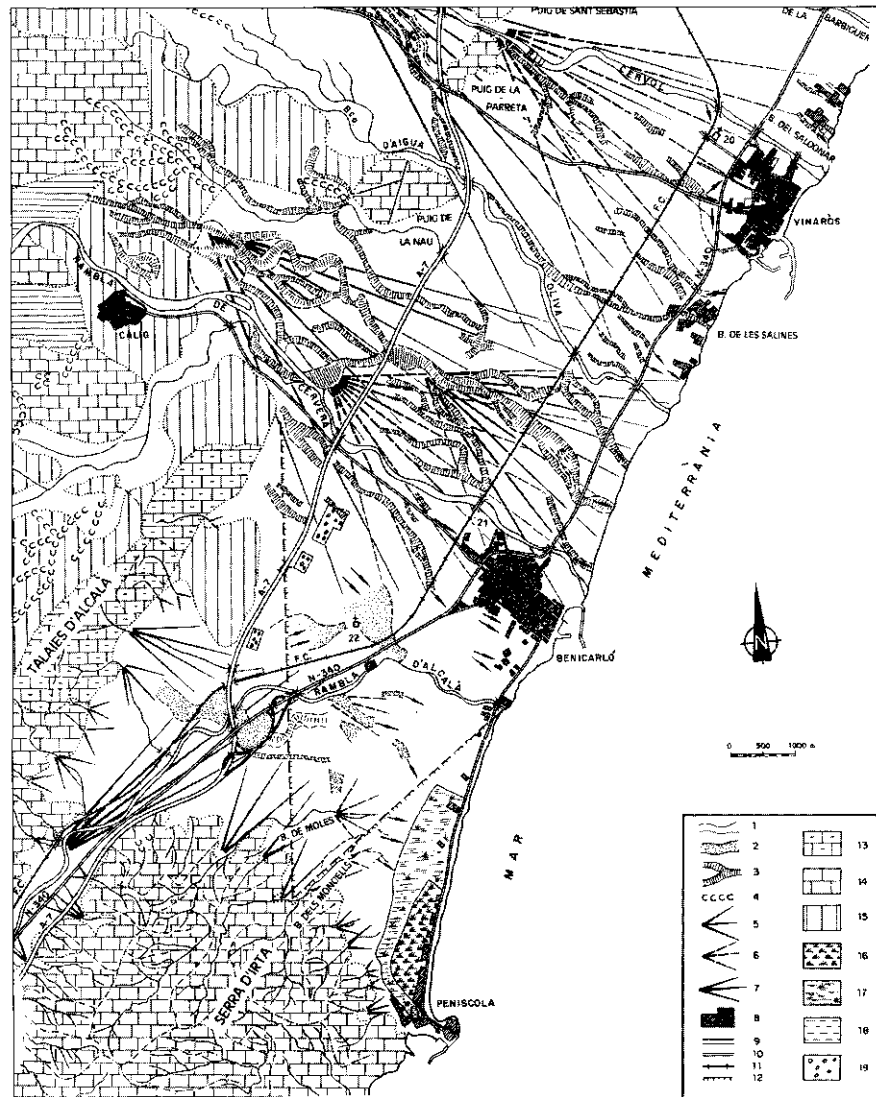


Fig. 2. Esquema geomorfológico de la Plana de Vinaròs-Benicarló. 1. Ramblas y barrancos. 2. Depresiones. 3. Paleocauces encajados. 4. Barrancos de fondo plano. 5. Abanicos del Pleistoceno inferior-medio. 6. Abanicos del Pleistoceno superior. 7. Abanicos holocenos. 8. Núcleos urbanos. 9. Autopista A-7. 10. Carretera nacional. 11. Línea de ferrocarril. 12. Fallas supuestas. 13. Calizas y margas. 14. Calizas. 15. Conglomerado plioceno. 16. Marjal. 17. Albufera. 18. Laguna funcional. 19. Extracciones de áridos. 20. Ermita de Sant Gregori, de Vinaròs. 21. Cementerio de Benicarló. 22. Ermita de Sant Gregori de Benicarló.

subdivididos en otros de menor entidad. Aunque no conocemos con detalle la importancia de la neotectónica (SIMÓN, 1984), es posible que, junto con la compleja estructura interna, haya tenido un papel relevante en la sedimentación cuaternaria y en el trazado de la red.

2. LA RED DE DRENAJE Y LA MORFOLOGÍA DE LOS DEPÓSITOS

Al igual que sucede desde el punto de vista estructural, la Rambla de Cervera divide la llanura litoral en dos sectores con unas características hidrográficas y morfológicas bien diferenciadas, lo que a su vez se refleja en la naturaleza e incidencia de las inundaciones.

La red de drenaje

En la llanura litoral desembocan una serie de barrancos con trazados y cuencas de dimensiones muy diferentes. El Riu de la Sénia, el Cervol y la Rambla de Cervera, sitúan su cabecera en las montañas del interior, a unos 50 km de distancia y sus cuencas superan los 200 km². Es una red de directriz ibérica, que se encaja en los *horst* (Valldàngel Occidental y Oriental) y deposita sus sedimentos en las fosas (Fosa Media y llanura costera).

Se trata de cauces de tipo *braided*, formados por materiales de grueso calibre, cuyo trazado en la plana presenta algunas peculiaridades. Los tres cauces se estrechan y se ensanchan alternativamente, de forma que en los tramos constreñidos el flujo se acelera y en los anchos se remansa. Este hecho podría explicar la derivación de muchos paleocauces a partir de los tramos ensanchados. Otro aspecto importante es el encajamiento generalizado de todos los barrancos y paleocauces. Esta característica —propia de la parte proximal de los abanicos— se mantiene en este caso hasta la desembocadura. La existencia de un microacantilado, provocado por el retroceso de la línea de costa, favorece la incisión por el reajuste continuado del perfil longitudinal de los barrancos. La erosión remontante posibilita incluso la existencia de cauces cortos —de varios centenares de metros— que se encajan desde el mar hacia el interior (Barranc del Triador, de les Salines, etc) (fig. 3).

Otra característica común de estos cauces es que presentan diversos escalones como consecuencia de las dificultades del canal para cortar las capas más duras (conglomerados) propias de los abanicos más antiguos. Esta inadaptación de los canales se ha interpretado como un indicio de su juventud (SEGURA, 1990). Dichas rupturas de pendiente son puntos críticos para el desbordamiento, ya que en ellas disminuye el encajamiento.

Por otra parte, la prolongación del sector septentrional de la Plana de Vinaròs-Benicarló hacia el interior, propicia que el Riu de la Sénia y el Cervol depositen sus sedimentos al pie de la Valldàngel Occidental, a unos 25 km de la línea de costa (fig. 1). La amplitud de esta zona favorece la formación de barrancos cortos que sitúan sus cabecezas en la misma llanura, aprovechando antiguos cauces de los barrancos principales. Así, entre el Riu de la Sénia y el Cervol se instala el Barranc de la Barbiguera, con una longitud de 24 km y una cuenca de 60 km². Al sur del Cervol, el Barranc de l'Aigua Oliva (23 km de longitud y 73 km² de cuenca) es un paleocauce que enlazaba este río con la Rambla de Cervera. En la actualidad funcionan independientemente de los cursos principales y su papel es fundamental para evacuar las lluvias locales, ya que recogen la escorrentía que se genera en las intercuenas de los barrancos mayores. Estos paleocauces —y algunas vaguadas menos pronunciadas— presentan tramos aterrizados y, en ocasiones, están ocupados por edificaciones de todo tipo.

En el sector meridional, la Rambla d'Alcalà (19 km de longitud y 168 km² de área) discurre con un trazado bastante atípico, como resultado de la neotectónica (SIMÓN y PÉREZ CUEVA, 1993) y la acción antrópica. En la fosa de Alcalà —cuyo sector meridional drena hacia el Riu de les Coves—, la rambla ha necesitado la ayuda del hombre (Séquia Mare) para afianzar su cabecera y desaguar hacia el norte (MATEU, 1982). Penetra en la Plana de Vinaròs-Benicarló con una disposición transversal a los barrancos principales, describe tres giros bruscos y finalmente, adopta la directriz ibérica para desembocar al sur de Benicarló. El tramo final —muy recto y estrecho— quizás deba su trazado a la acción del hombre. En cualquier caso, tanto en la fosa como en la llanura costera, las peculiaridades del cauce (dificultades de drenaje, curvas pronunciadas, sección transversal estrecha) son factores que incrementan el riesgo de inundación (fig. 2).

Por otra parte, en este sector meridional la proximidad de los relieves al mar, facilita la existencia de una red corta de barrancos que desembocan en l'Albufera de Peníscola (Barranc de Moles, dels Mongells), o que desaparecen al llegar al piedemonte, con el consiguiente desparramamiento de agua y sedimento.

Las formas y su geometría

La llanura de Vinaròs-Benicarló está formada por potentes abanicos aluviales, cuya convexidad y multiplicidad de canales facilitan la divergencia de los flujos y sus elevadas pendientes— superan el 12%.— impiden el estancamiento de las aguas. Desde el punto de vista morfológico, la llanura presenta dos sectores, con características deposicionales ligeramente diferentes.

1. Sector septentrional

Al norte de la Rambla de Cervera la llanura es muy ancha y se caracteriza por la existencia de grandes abanicos progradantes, recorridos por numerosos cauces, paleocauces y vaguadas. El abombamiento propio de estas formas se desdibuja, debido a su coalescencia en una acera aluvial, donde se aprecian las concavidades de los numerosos canales encajados (fig. 2). De acuerdo con su génesis se pueden distinguir las siguientes unidades deposicionales:

- Complejo de abanicos del riu de la Sénia.
- Conjunto de abanicos del Riu Cervol.
- Abanicos de la Rambla de Cervera.

El Riu de la Sénia, al pie de la alineación de la Vall d'àngel Occidental, en la Fosa Media, forma un abanico que data del Pleistoceno inferior-medio, cuya morfología se adapta a otro más antiguo del Plioceno. Después de atravesar la alineación de la Serra Sola-Serres del Godall el río penetra en la llanura costera, depositando un nuevo abanico aluvial de menor entidad, formado durante el Pleistoceno superior. En las inmediaciones de la costa se detecta una pequeña acumulación holocena truncada por un microacantilado costero (fig. 3). La red divergente de barrancos funcionales que recorre el conjunto de abanicos se ha interpretado como paleocauces de estos primitivos conos. El Barranc de Valdebanes, el de la Lluna y el de les Magranes por la margen izquierda drenan actualmente hacia el Ebro y hacen pensar en una antigua conexión del Riu de la Sénia con aquel río (MATEU, 1982). Por la margen derecha se han desarrollado el Barranc de la Cova Alta y el de la Barbiguera, así como otros paleocauces más cortos —se encajan varios cente-

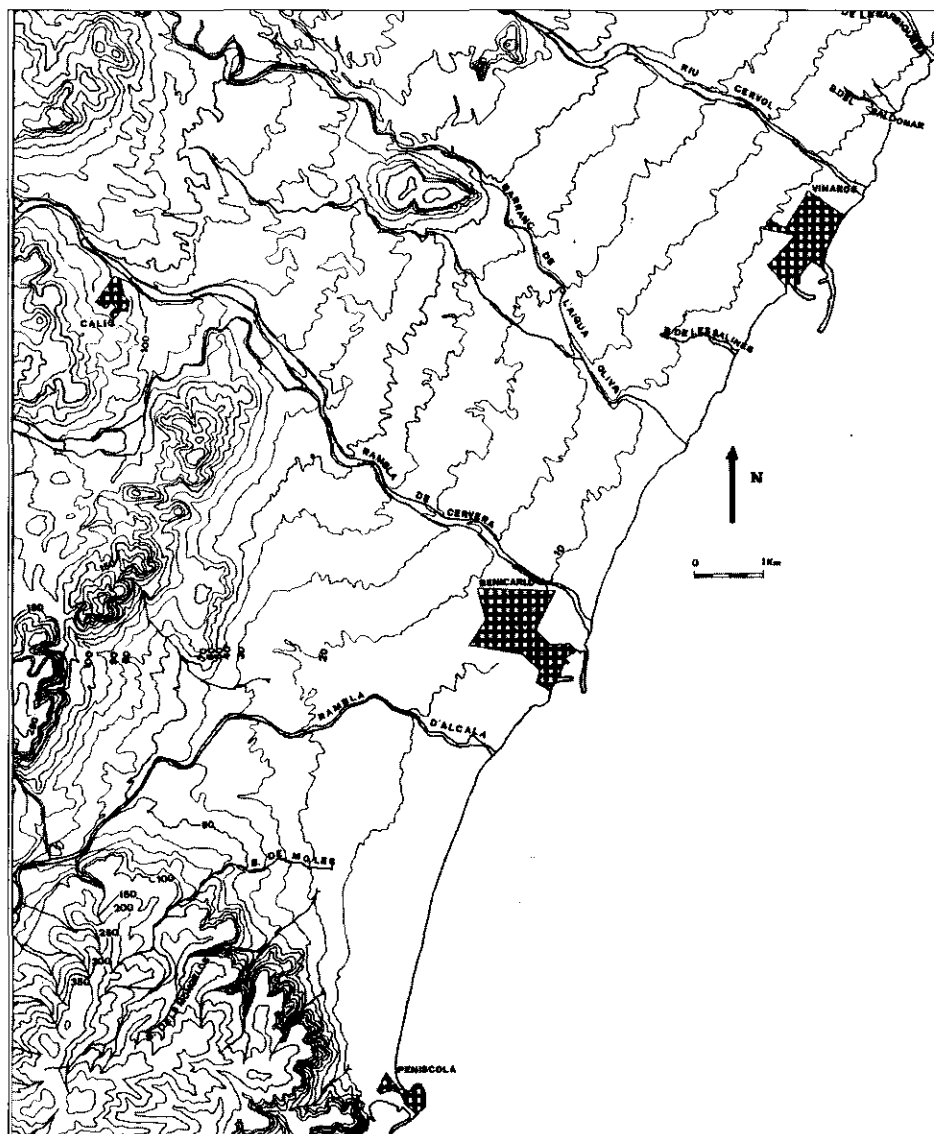


Fig. 3. Curvas de nivel (equidistancia de 10 m) y red de drenaje en la Plana de Vinaròs-Benicarló.

nares de metros desde el mar hacia el interior— como el Barranc del Triador, al norte de la Barbiguera y el Barranc del Saldonar, entre el anterior y el Cervol.

El Riu Cervol se encaja en una potente serie pliocena de conglomerados, que podría pertenecer a un paleocono devastado, al igual que sucede con el Riu de la Sénia. Los primeros depósitos cuaternarios de este río se localizan en las inmediaciones de Sant Jordi, ya en la llanura costera. Aunque la morfología convexa no es clara (fig. 2), se ha interpretado como un abanico del Pleistoceno inferior y medio que coalesce con el del Riu de la Sénia. Aguas abajo dels Puigs, el Cervol depositó otro abanico durante el Pleistoceno superior y en las inmediaciones de Vinaròs se localizan depósitos holocenos (SEGURA, 1990). Al igual que sucedía en el caso anterior, el Riu Cervol ha divagado ampliamente sobre estos abanicos, dejando numerosos paleocauces. El Barranc de l'Aigua Oliva es el más importante de todos ellos, aunque otros de menor entidad, si bien no encajados, concentran también la circulación hídrica.

La Rambla de Cervera forma también tres abanicos cuaternarios. El ápice del más antiguo (Pleistoceno inferior y medio), se localiza en las inmediaciones de Càlig, ligeramente desplazado hacia el norte del cauce actual. Aguas abajo, en la misma margen de la rambla se formó otro abanico durante el Pleistoceno superior y en las inmediaciones de la costa, se encuentran sedimentos holocenos, cortados por un microacantilado (SEGURA, 1990). El cauce de la rambla ha divagado a lo largo del Cuaternario, dejando numerosos paleocauces encajados (Barranc de les Salines y otro de menor entidad en las inmediaciones de Benicarló) (fig. 2).

2. El sector meridional

En este tramo los abanicos aluviales son de menor envergadura, aunque sus secciones convexas se aprecian con gran nitidez (fig. 3). Las zonas con un escaso relleno sedimentario son las depresiones, donde se concentran los flujos divergentes de los abanicos. La variedad morfológica aconseja distinguir varios ambientes deposicionales (fig. 2):

- El abanico de la Rambla d'Alcalà, opuesto a los de las otras ramblas.
- Pequeños conos formados al pie de los relieves próximos de la Serra d'Irta y de la alineación de la Valldàngel Oriental.
- L'Albufera de Peníscola.
- Depresión de Sant Gregori.

En la llanura costera la Rambla d'Alcalà ha formado un abanico aluvial, cuyo eje es perpendicular al de la Rambla de Cervera. El canal presenta un trazado extraño con tres curvas de 90°, que coinciden con los ápices de los diversos niveles del abanico. A la salida de la fosa d'Alcalà, se encuentra el ápice del nivel pleistoceno inferior y medio. En este abanico varios paleocauces sugieren que la rambla desembocaba en la marjal de Peníscola, aunque con el tiempo se ha desviado hacia el norte hasta su posición actual, separándose cada vez más de la Serra d'Irta.

Aguas abajo, el canal describe otro ángulo recto y en ese sector se ha formado un abanico —poco prominente— con materiales de finales del Pleistoceno y del Holoceno. A partir de la última curva el canal se estrecha y presenta un trazado bastante irregular que hace sospechar la intervención humana para canalizar las aguas. En las proximidades de la desembocadura la sedimentación ha sido muy débil.

Los barrancos adyacentes forman una estrecha acera aluvial, con abanicos progredientes. Como más importantes cabe citar el Barranc de Moles —que desciende de la Serra

d'Irta— y los que drenan les Talaies d'Alcalà. El abanico del Barranc de Moles al progradar desde el pie de la Serra d'Irta, ha obligado a desplazarse a la Rambla d'Alcalà, como sigieren los paleocauces que ha dejado la rambla (fig. 2).

Otro elemento importante es l'Albufera de Peníscola, cuya restinga se apoya en los depósitos de la Rambla d'Alcalà y en el tómbolo de Peníscola. Es probable que este espacio deprimido y subsidente coincida con un bloque hundido, delimitado por un juego complejo de fallas, como se ha explicado anteriormente. En consonancia con este hundimiento, al sur de Benicarló desaparece rápidamente el microacantilado marino y por lo tanto el encajamiento de los cauces.

Por las dificultades de drenaje es interesante mencionar la depresión que se forma entre el abanico de la Rambla de Cervera y el de la Rambla d'Alcalà, en las inmediaciones de la ermita de Sant Gregori de Benicarló (fig. 2). El origen de esta zona hundida se puede explicar por estar situada entre conos, aunque probablemente la neotectónica también ha influido, ya que en la zona se cruzan las fallas que delimitan la Plana por el W y por el S. La presencia de numerosos *ullals*, que han obligado a realizar un antiguo drenaje artificial, abonaría esta hipótesis.

3. LLUVIAS, AVENIDAS E INUNDACIONES EN LA PLANA DE VINARÒS-BENICARLÓ

Las precipitaciones extremas —propias del clima mediterráneo— son la causa desencadenante de las avenidas e inundaciones que sufren las llanuras costeras. La variabilidad espacial, temporal y volumétrica que caracteriza dichas lluvias está en el origen de los dos tipos de inundaciones que afectan a la Plana de Vinaròs-Benicarló. Las inundaciones alóctonas se generan como consecuencia de las avenidas extraordinarias de las ramblas. Se producen con lluvias intensas y voluminosas generalizadas sobre parte o la totalidad de la cuenca media y alta. Los caudales son elevados, por lo que al llegar a la llanura costera provocan desbordamientos, aunque habría que matizar que se trata de fenómenos extraordinarios, con un amplio período de recurrencia.

Las inundaciones autóctonas se inician como consecuencia de la caída de lluvias muy intensas y localizadas sobre la propia llanura. El volumen de escorrentía no es muy elevado y se canaliza por los paleocauces y vaguadas. Los cauces principales no registran grandes caudales, ya que actúan como colectores locales. Se trata de sucesos que se producen con cierta frecuencia y que afectan especialmente a los núcleos urbanos.

Las avenidas e inundaciones de esta plana apenas han sido estudiadas. Por ahora, las fuentes de información son las noticias suministradas por Borràs (1928) sobre el Cervol en Vinaròs, la serie de aforos del Cervol entre 1912 y 1928 y datos diversos sobre acontecimientos más recientes.

Las inundaciones alóctonas

Borràs (1928) refiere las características y las consecuencias de inundaciones producidas por el Cervol en Vinaròs. En efecto, tras el derrocamiento de las murallas medievales en 1723 “... la Vila quedava oberta a les inondacions produïdes per les grans plujes. En 1777 la Vila sofrí una d'eixes inondacions i totseguit es posà en estudi la manera d'evitar en lo possible tal calamitat”.

En 1801 un nuevo desbordamiento del Cervol, inundó las calles de Vinaròs, causando la muerte de tres o cuatro personas y la destrucción de parte del convento de Sant

Agustí. Sólo quedó a salvo el barrio de Santa Magdalena, por el desnivel que tiene la plaza de Sant Antoni, sobreelevada respecto a la parte antigua (fig. 4). Cuatro años más tarde, en octubre de 1866 se repitió el desbordamiento, (registrado por un azulejo en la ermita de San Gregori de Vinaròs) que provocó una inundación de dos horas, aunque no se registraron desgracias personales (BORRÀS, 1928).

En septiembre de 1884 y entre el 20 y el 23 de septiembre de 1895 las aguas del Cervol y del Barranc d'Aigua Oliva inundaron de nuevo las calles de Vinaròs y las vías de comunicación próximas. El día 2 de noviembre de 1909, a las dos de la madrugada comenzó otra inundación del Cervol en Vinaròs y las aguas ocuparon las calles. El nivel del río siguió subiendo hasta las cuatro de la madrugada, momento en que se rompió el puente nuevo de la carretera nacional y las aguas se desbordaron por la margen izquierda.

Los parámetros hidrológicos de algunas crecidas del Cervol las podemos conocer a partir de aforos (1912-1928). Al tratarse de un río efímero en el punto de control, cualquier registro de escorrentía puede considerarse como una crecida, aunque en la mayoría de los casos, por su escasa magnitud, se podrían catalogar como ordinarias (Segura, 1990). En todo el período aforado, sólo la avenida del 9 al 15 de octubre de 1921 merecería el calificativo de extraordinaria. El río desbordó hacia las 11 de la noche y las aguas alcanzaron los 60 cm sobre la acera del Carrer del Pont. El caudal descendió dos horas más tarde y no hubo víctimas humanas (BORRÀS, 1928). La escala registró una altura de 9'70 m y aunque el caudal no pudo estimarse debido al desbordamiento, el pico debió ser muy elevado. A ello contribuyó el hecho de que a lo largo de este año se habían producido cuatro crecidas más, y concretamente, en septiembre (7-12) se había producido otra, que redujo el umbral de escorrentía, incrementando el caudal punta.

La desaparición de la estación de aforo del Cervol en 1928 ha impedido conocer la magnitud de las crecidas que han acaecido con posterioridad. No obstante, existen referencias de desbordamientos puntuales en los puentes próximos a Vinaròs en 1967 y 1969.

En el caso de la Rambla de Cervera, carecemos de datos históricos sobre riadas en Benicarló, aunque las noticias orales refieren también sucesos de este tipo acaecidos en 1909 y 1921. La Rambla d'Alcalà suele presentar problemas de drenaje en el corredor del mismo nombre, debido a los débiles gradientes y al escaso desarrollo de la red de drenaje. Las entrevistas con los lugareños han confirmado dos desbordamientos en los años sesenta (seguramente en 1967 y 1969) en las curvas que describe la rambla.

Inundaciones autóctonas

Los sectores más afectados cuando caen lluvias intensas y localizadas son las zonas urbanas. La impermeabilización de la superficie, con la consiguiente alteración de la infiltración y la evaporación propician el incremento de la escorrentía superficial. Esta respuesta hidrológica, habitual en las ciudades mediterráneas (MATEU, 1990) se reproduce también en la plana de Vinaròs-Benicarló. Recientemente se han producido dos episodios de este tipo en los alrededores de Vinaròs. El primero acaeció en noviembre de 1989, con lluvias que cayeron en dos episodios consecutivos: entre los días 14 y 17 y entre los días 26 y 30. En la primera tanda las lluvias se generalizaron a todas las cuencas, aunque los valores máximos se registraron en el postpaís montañoso (Pobla de Benifassar, 145'6 mm, el día 15; Sant Mateu, 82 mm). Pocos días después las precipitaciones cayeron sobre la lla-

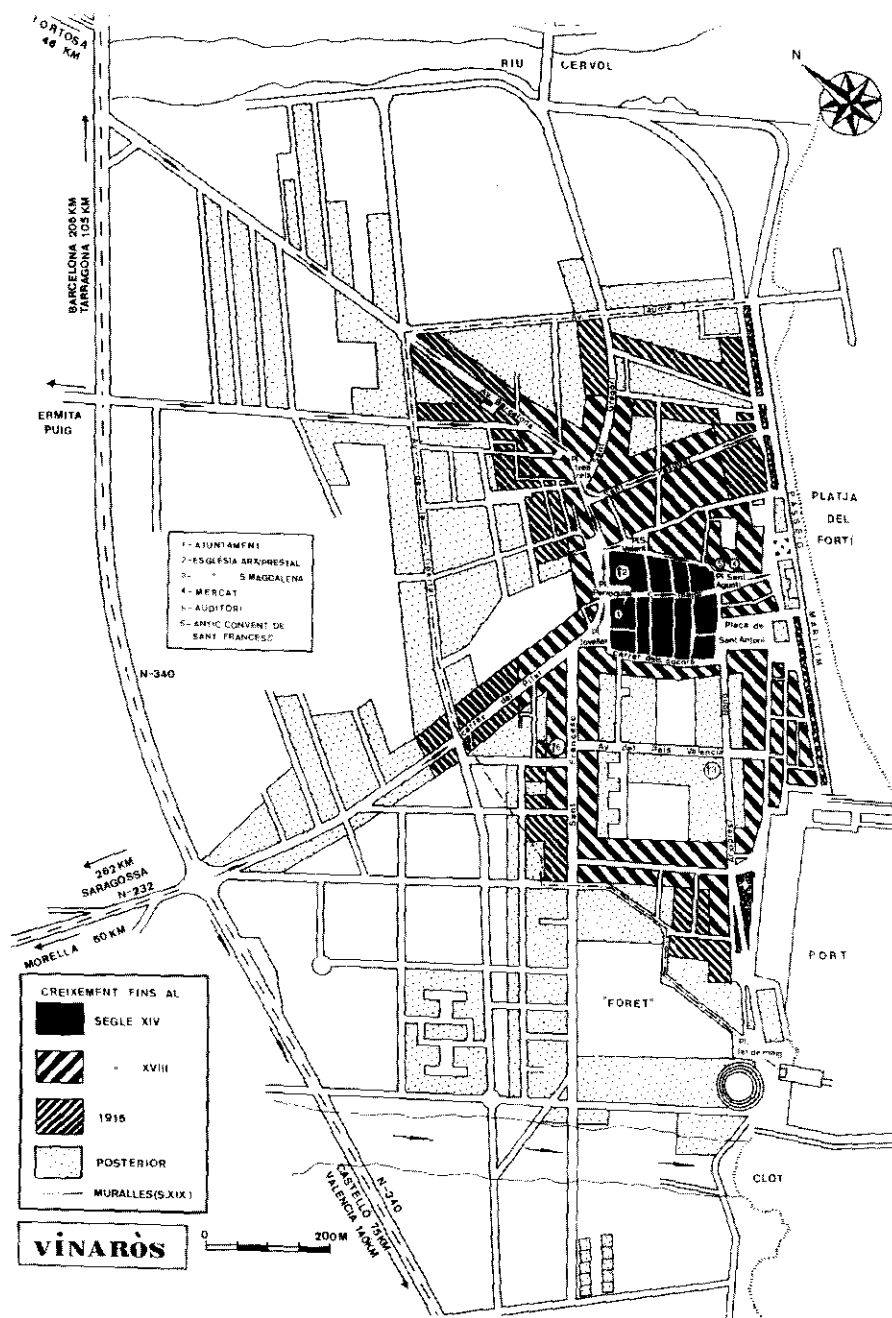


Fig. 4. Crecimiento urbano de Vinaròs (modificado de BAJLA-MEMBRADO, 1994). Las flechas en el callejero indican las vías de penetración de las aguas en momentos de inundación.



Fotografía 1. La calle Sant Pascual (Vinaròs), denominada tradicionalmente Carrer del Barranc, recoge los flujos desbordados del Cervol y la escorrentía superficial que vehiculan las calles adyacentes. El 29 de noviembre de 1989, a consecuencia de fuertes lluvias, se produjo una inundación que convirtió esta calle en un auténtico barranco (Foto: José Meseguer).

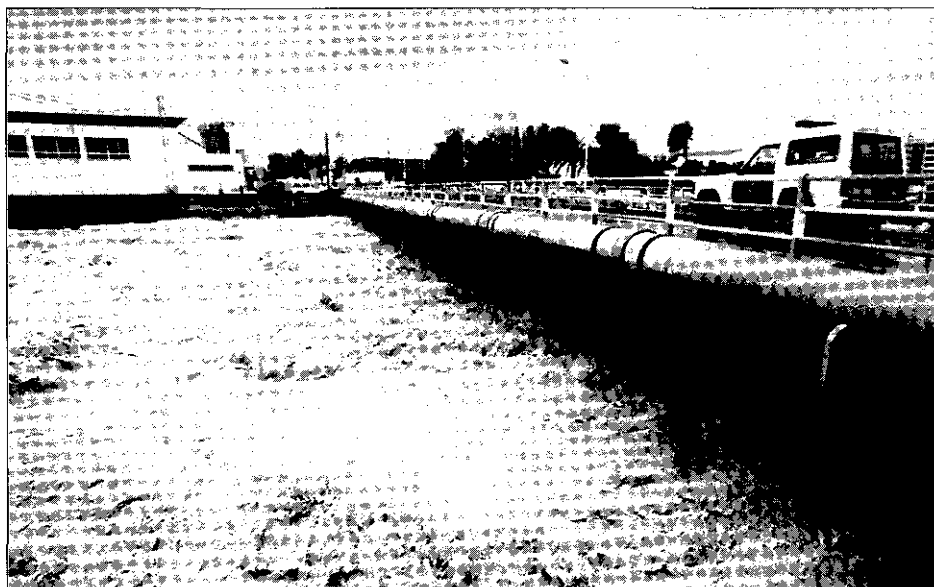
nura litoral (Vinaròs, 32 mm el día 26 y 90 mm el día 29; Sant Jordi, 23'4 el día 26, 18'2 el día 27 y 44'2 el día 29; Alcalà, 54 mm el día 29). Cuando se produjo la segunda tanda, el suelo estaba prácticamente saturado y superado ampliamente el umbral de escorrentía. Estos dos hechos, junto con la intensidad de las lluvias, generaron una fuerte escorrentía superficial que se canalizó por los paleocauces y vaguadas de la plana, penetrando en Vinaròs a través de las vías habituales. Aunque desconocemos la intensidad de la lluvia, las calles se convirtieron en auténticos barrancos, a pesar de que los cursos fluviales no se desbordaron (fotos 1 y 2).

El último episodio de lluvias torrenciales se produjo entre el 9 y el 13 de octubre de 1994. Provocó inundaciones en Cataluña y afectó también a las tierras septentrionales valencianas (SEGURA, 1995). Según los datos del SAIH, las lluvias cayeron en dos tandas: la primera entre las 22 y las 24 horas del día 9 y la segunda entre la tarde del día 10 y la mañana del día 11. Las mayores intensidades horarias se registraron en Xert (86 mm a las 0 horas del día 11), Alcalà de Xivert (96 mm a la 1 del día 11) y la Sénia (124 mm a las 15 horas del día 10). En Vinaròs, aunque desconocemos lo que sucedió el día 10 por la tarde —por un fallo del pluviógrafo del Instituto Nacional de Meteorología—, parece que las máximas intensidades registradas se produjeron a las 5 horas del día 11.

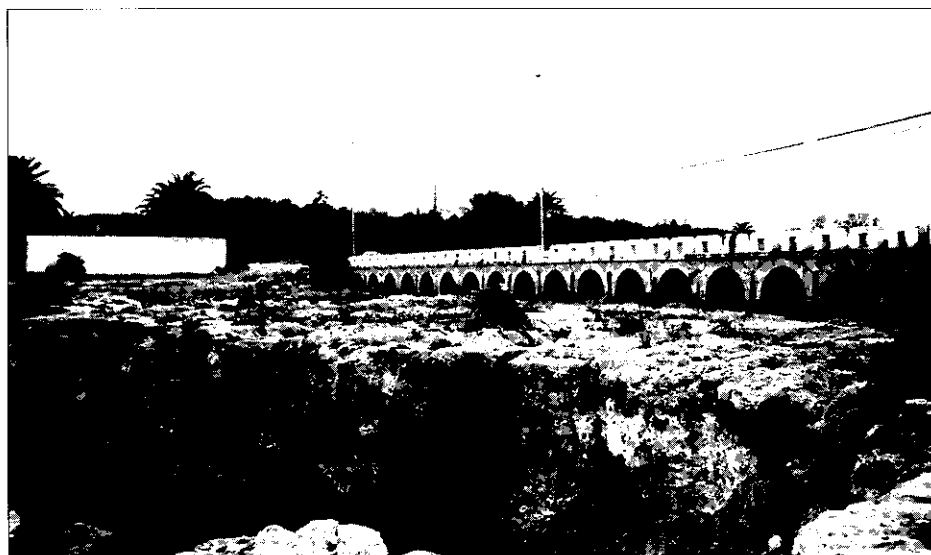
Las lluvias torrenciales provocaron crecidas en el Riu de la Sénia, en el Cervol y la Barbiguera. Los dos primeros, gracias a la capacidad de su sección transversal, no presentaron excesivos problemas en los puentes del ferrocarril, la A-7 y la N-340 (foto 3).



Fotografía 2. En la Plaça de Sant Valent (Vinaròs) convergen las aguas que provienen del Carrer del Pilar (derecha) y del Carrer Sant Cristòfol (izquierda). En la misma plaza existe un desagüe que canaliza los flujos por la red de alcantarillas (29 de noviembre de 1989)(Foto: José Meseguer).



Fotografía 3. Crecida del Riu Cervol a la altura de la carretera del camping, en las inmediaciones del Poliesportiu de Vinaròs, el 11 de Octubre de 1994 (Fotos DIFO'S)



Fotografía 4. Barranc de la Barbiguera a la altura de la carretera del camping de Vinaròs. Aguas abajo del puente, una ruptura de pendiente en el conglomerado del cono del Pleistoceno inferior-medio, salva de forma brusca el desnivel que tiene respecto de la playa, situada a unos 100 m (Foto: Francisca Segura).

Sólo en las proximidades de la desembocadura, en el puente de la carretera del camping, se desbordó el Barranc de la Barbiguera, aunque la avenida fué más espectacular que dañina (fotos 4, 5 y 6). Además, se produjeron numerosos cortes de carreteras, que afectaron a la N-232 y a diversos caminos locales.

4. LA ANTROPIZACIÓN Y LAS INUNDACIONES

Al igual que en el resto de las llanuras litorales valencianas, la ocupación humana de esta plana data de antiguo y ha sido muy intensa. El proceso de urbanización, la localización de Vinaròs y Benicarló, en el extremo distal de una serie progradante de abanicos aluviales, así como la red viaria que atraviesa la llanura, dan una cierta complejidad a las inundaciones de este sector.

El crecimiento urbano

La organización territorial actual —con tres núcleos de población importantes— data de la Reconquista, aunque posiblemente se superpone a otra más antigua musulmana (ROSSELLÓ, 1984; BAILA, 1990). Los primitivos núcleos medievales estaban protegidos de las aguas por las murallas. En Vinaròs los problemas comenzaron con el derribo de las murallas medievales en 1723 (fig. 4) y quedaron patentes en la riada de 1777. En 1784 se autorizó la construcción de una acequia que partiendo de la partida del Caminàs (entre la estación del ferrocarril y la N-232) desviaba las aguas hacia el Cervol por la zona de la ermita de Sant Gregori (BORRÁS, 1928, p. 230), evitando así la penetración de



Fotografía 5. Crecida registrada en el Barranc de la Barbiguera el 11 de Octubre de 1994, en el mismo punto de la foto nº 5. El caudal superó el puente de la carretera, formando, aguas abajo, una espectacular cascada en el escalón del lecho (Fotos DIFO'S).



Fotografía 6. Desembocadura del Barranc de la Barbiguera, aguas abajo de la foto anterior. La energía del agua al precipitarse por el escalón del lecho (foto 6) durante la crecida de octubre de 1994, produjo un gran socavón, vació la cala y destruyó la barra formada en la desembocadura (Foto 15 de octubre de 1994).

las aguas en el centro urbano. Una situación similar se produjo seguramente en Benicarló, donde el primitivo núcleo amurallado queda fuera de la zona afectada por las inundaciones actuales (fig. 5).

En siglos posteriores los sucesivos ensanches agravaron los problemas. En Vinaròs se construyó una acequia para evacuar las aguas que se concentran en la plaza de Sant Valent, a espaldas de la iglesia parroquial. Con la urbanización de esta parte de la población la acequia discurre como una alcantarilla, aunque hasta los años sesenta se accedía a ella por una reja ubicada en la pared de un edificio.

Por otra parte, el crecimiento urbano de los años sesenta en las dos ciudades costeras ha propiciado la urbanización de antiguos paleocauces, que permanecían más o menos encajados. En Vinaròs son buenos ejemplos la calle del Barranc (actual San Pascual) y el Barranc del Clot (C. Febrer de la Torre y adyacentes) (fig. 4); en Benicarló sucede algo similar con la calle de Sant Francesc (ROSSELLÓ, 1984) y la calle Méndez Núñez (fig. 5).

En la misma línea de costa, con el desarrollo turístico, han proliferado las segundas residencias ligadas al desarrollo turístico. Al norte de Vinaròs, las urbanizaciones próximas al camping ha invadido los paleocauces del Triador, del Saldonar y de la Barbiguera. Al sur, la "Colonia Europa" se sitúa en las inmediaciones del Barranc de les Salines. Entre Benicarló y Peníscola el desarrollo turístico ha provocado la ocupación de la restinga y la marjal.

La red viaria

Las vías de comunicación suelen constituir también un elemento modificador de la trayectoria natural de los flujos. Las más importantes conectan València con Barcelona y atraviesan la llanura litoral de norte a sur, perpendicularmente a los cauces. Son la N-340, el ferrocarril y la A-7, que discurren paralelas al litoral. El problema más frecuente que se plantea con este tipo de disposición es el de la opacidad de los desagües previstos para la circulación de los flujos (fig. 2).

La N-340, contruida en 1785-86 discurre próxima a la línea de costa y hasta los años 60 atravesaba Vinaròs. Las avenidas se han llevado en numerosas ocasiones los puentes que salvan los cauces y paleocauces, contruidos entre los siglos XVIII y XX (BORRAS, 1928) (foto 7). El ferrocarril se construyó en 1865 y el puente que atraviesa el Cervol quedó destruido al año siguiente, en la riada de octubre de 1866. A la altura de este puente el río se sigue desbordando hasta la actualidad.

El último eje viario que se construyó sobre la plana fue la autopista A-7, que se inauguró en 1977 (SANCHIS, 1988). Al igual que sucede en otros tramos costeros (CARMONA, 1995), su trazado paralelo a la línea de costa y perpendicular a los cauces, suele constituir un escollo por la escasa transparencia que presenta para los flujos. Sin embargo, al discurrir alejada de los núcleos urbanos no incrementa excesivamente el peligro para la población. Únicamente en el sector más meridional su trazado interfiere claramente el drenaje.

Por otra parte existen también algunas vías que circulan paralelamente a las vaguadas. La N-232 (Vinaròs-Vitoria), contruida en 1885 —que constituye la vía natural de Aragón—, atraviesa de oeste a este la llanura litoral y vehicula las aguas de lluvia hacia Vinaròs. El cruce de esta carretera con la autopista se ha convertido en un punto conflictivo, donde se concentran las aguas de los paleocauces. Recientemente, con posterioridad



Fotografía 7. Puente de arcada única, construido sobre el Cervol durante el siglo XVIII, que atravesaba la antigua carretera a Barcelona, en las inmediaciones de Vinaròs. Fue afectado por una crecida registrada en 1844 y reconstruido posteriormente. En la actualidad está fuera de servicio, ya que la N-340 discurre más próxima a la costa.

a las inundaciones de 1989, se ha construido un desagüe paralelo a la N-340 que trata de derivar las aguas que descienden por la N-232 y paleocauces adyacentes hasta el Cervol, en un intento de evitar la concentración de las aguas en el casco urbano.

Una situación similar se produce en los accesos a Benicarló por el Camí de Càlig, prolongado por el Carrer de Sant Francesc, que sigue una antigua rambla que conduce las lluvias hacia la localidad (fig. 5).

5. DINÁMICA DE LAS INUNDACIONES

Dependiendo de la magnitud y de la intensidad de las lluvias, los dos tipos de inundaciones mencionados se pueden dar por separado o bien sumarse. Tanto en un caso como en otro, la dinámica de la inundación es similar para todo el llano: la escorrentía generada en la parte apical de los abanicos se concentra en vaguadas y paleocauces y es conducida hacia el mar. La localización de los núcleos de población en la parte distal de los abanicos, el trazado del callejero —que en muchos casos se superpone a las vaguadas— y el crecimiento urbano desordenado —con la ocupación de todo tipo de cauces— aumentan el riesgo en los núcleos de población y urbanizaciones costeras.

De norte a sur, las zonas inundables se localizan en las inmediaciones de los cauces, vaguadas y depresiones. Al norte del Cervol, el Barranc de la Barbiguera es un paleo-

cauce, que se desborda en los puentes de la N-340 y de la carretera local del camping. En este punto, las márgenes tiene muy poca altura y el desbordamiento aguas arriba del puente se produce por la obstrucción de los vanos. El Barranc del Triador o el del Saldonar tienen sus cauces ocupados por urbanizaciones y campings. En algunas ocasiones la vaguada se convierte en calle asfaltada, que funciona como un canal con escasa rugosidad. En otros, en cambio, los edificios interceptan el paso del agua, tal y como sucedió en octubre del 94.

El Riu Cervol se desborda en el puente del ferrocarril (inmediaciones de la ermita de Sant Gregori) y en los puentes de la N-340 y la carretera del camping. Las aguas llegan al centro de Vinaròs por la avenida de Barcelona y la calle del Pont (fig.4). En los casos en que las inundaciones se producen por lluvias, las aguas provienen de la partida de les Parretes (inmediaciones del Puig) y penetran en Vinaròs por las calles de la Mare de Déu, del Pont, la Avinguda de Barcelona y la calle del Pilar. Las tres primeras calles concentran la escorrentía en la Plaça dels Tres Reis. Desde allí las aguas se dirigen hacia el mar por el Carrer de Sant Pascual o siguen por la calle Sant Cristòfol hasta la Plaça de Sant Valent, a espaldas de la Iglesia Parroquial (fotos 1 y 2).

Por el lado opuesto, el Carrer del Pilar recoge las aguas que discurren por la N-232 —que atraviesa o discurre paralela a varios paleocauces— y las canaliza hacia la Plaça Jovellar (fig. 4). Desde allí pueden circular por el Carrer Major o bien seguir hasta la Plaça de Sant Valent (foto 2), donde confluyen con las aguas que proceden del norte. De esta forma, esta plaza recoge buena parte de la escorrentía superficial que circula fuera de los cauces habituales, desaguando a través de una alcantarilla. Cuando se excede la capacidad de drenaje, las aguas pueden circular por la calle de Sant Tomàs hasta la Plaça de Sant Agustí y desde allí se desparraman por el Passeig Marítim.

Otra zona afectada tradicionalmente por las inundaciones han sido los alrededores del puerto, donde desagua el Barranc del Clot, por la playa homónima. En la actualidad esta zona está ocupada por bloques de viviendas y el drenaje se efectúa por medio de una acequia tapada que desemboca en la playa por un pequeño badén con tres ojos.

Al sur de Vinaròs, la urbanización denominada “Colonia Europa” se asienta sobre las terrazas bajas del Barranc de les Salines. Aguas arriba de la N-340, disminuye el encajamiento de éste y otros paleocauces y vaguadas, por lo que es frecuente encontrarlos ocupados por naves industriales o pequeñas casas de labranza.

En las inmediaciones de Benicarló, la Rambla de Cervera se desborda en uno de los escalones existente a la altura del cementerio. Las aguas penetran en el casco urbano por el camino de Ulldecona y desembocan al mar por Mendez Núñez (fig. 5). Cuando la inundación se produce por lluvias intensas y no hay desbordamiento, las aguas que caen en la plana se canalizan desde el Camí dels Moliners —paralelo a la autopista— hacia la estación siguiendo el Camí de Càlig. En el núcleo urbano las aguas avanzan por la calle Sant Francesc, Passeig Marítim, Dr. Fleming y adyacentes. En este caso también se reproduce el modelo anterior, según el cual el núcleo medieval queda a salvo de las aguas, aunque éstas afectan al casco de 1915 (fig. 5). No obstante, la urbanización de la calle Doctor Fleming y de Méndez Núñez es muy reciente, ya que en la foto aérea de 1956 se aprecia la existencia de paleocauces encajados.

La coincidencia de la A-7, la N-340 y el ferrocarril entre las curvas de la Rambla d'Alcalà —por donde se producen desbordamientos— provoca, en casos de avenidas extraordinarias, la retención del agua, con la consiguiente invasión de las calzadas. Además en este sector convergen las aguas procedentes de los barrancos próximos, que

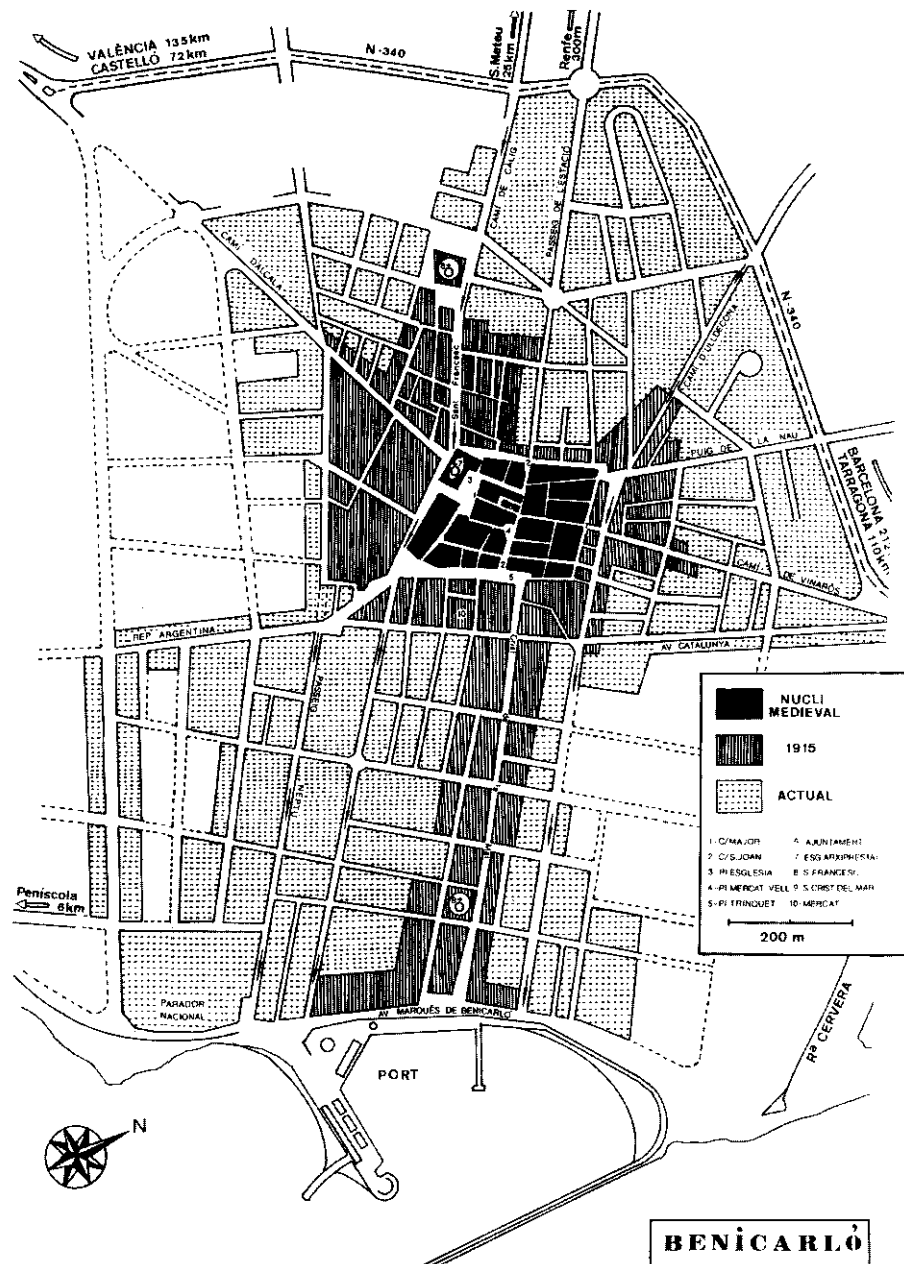


Fig. 5. Crecimiento urbano de Benicarló (modificado de ROSSELLÓ-MEMBRADO, 1994). Las flechas sobre el callejero indican las vías de penetración de los flujos que provocan inundaciones.

al difuminarse sus cauces, se deparraman por el llano. La escorrentía de esta zona, antes de la alteración que ha supuesto la construcción de los terraplenes y zanjas de la autopista, se dirigía hacia la depresión de la ermita de Sant Gregori de Benicarló. En este punto las obras han ayudado a evacuar las aguas hacia la Rambla d'Alcalà mediante un colector que discurre enterrado en un solar industrial. Por la margen derecha el desbordamiento se localiza aguas abajo del puente de la N-340 y los flujos siguen hacia el mar y la Marjal de Peníscola por medio de las huertas. Es posible que, dadas las características morfológicas del canal, el tramo final de esta rambla sea fruto de una canalización más o menos antigua (fig. 2).

El último obstáculo que debe superar la Rambla d'Alcalà es la carretera de Benicarló a Peníscola, en la misma desembocadura. Aquí, debido al escaso encajamiento, las aguas se desbordan con mucha facilidad invadiendo la margen izquierda fundamentalmente. Sin embargo, la ocupación del cauce y sus inmediaciones por numerosos edificios provoca el desbordamiento de las aguas con cualquier crecida.

El resto de barrancos del sector meridional ve interrumpidos sus cauces en los abanicos que forman al pie de los relieves. Las aguas desbordadas de los cursos que drenan les Talaies d'Alcalà circulan en manto hacia la depresión de Sant Gregori. El Barranc de Moles y otros de menor entidad que descienden de la Serra d'Irta acaban desaguando en la Marjal de Peníscola.

CONCLUSIONES

En la Plana de Vinaròs-Benicarló las inundaciones tienen un doble origen: los desbordamientos de los cauces principales y las lluvias locales intensas. El primer tipo de inundaciones se produce con lluvias en las cabeceras, poseen un período de recurrencia largo y generan fuertes caudales. Las aguas se desbordan por puntos del cauce con escasa capacidad de desagüe y acaban invadiendo las zonas urbanas.

El segundo tipo se da con lluvias intensas caídas sobre la llanura litoral. Son sucesos recurrentes y de magnitud variable. La escorrentía se genera en la propia plana, en las intercuenas de los barrancos principales, las aguas se canalizan por los paleocauces (Bc. de la Barbiguera, Bc. de l'Aigua Oliva, Bc. del Triador, etc.) y acaban invadiendo los núcleos urbanos a través de las calles, que normalmente son continuación de estas vaguadas.

En cualquiera de los dos casos, las inundaciones que afectan a la plana de Vinaròs-Benicarló tienen una dinámica claramente influida por la morfología de los depósitos. El sector septentrional se caracteriza por la coalescencia de abanicos aluviales recorridos por una red divergente de cauces y paleocauces, que canalizan las aguas hacia la parte distal ocupada por los núcleos urbanos y las urbanizaciones turísticas. El factor determinante en este tramo es la incisión de la red, mantenida entre el ápice y la desembocadura. Por otra parte, la gran movilidad de los cauces en las fases más recientes del Cuaternario ha contribuido a la formación de escalones que son puntos conflictivos. Todos estos factores explican que los desbordamientos se circunscriban a las inmediaciones de los *talvegs*.

Al sur de la Rambla de Cervera la dinámica de las inundaciones está condicionada por la existencia de sectores deprimidos. El titubeante trazado de la Rambla d'Alcalà y la interrupción de los cauces al pie de las sierras, provoca el derrame de las aguas. Tanto en un caso como en otro, las aguas desbordadas se concentran en dos depresiones: la

Marjal de Peníscola y los alrededores de la ermita de San Gregori. En el origen de las mismas está la tectónica y el déficit sedimentario propio de un espacio situado entre conos.

Las obras antrópicas, en especial las vías de comunicación distorsionan las direcciones de los flujos. Tanto las que discurren paralelamente a los cauces, como las que los atraviesan, derivan los flujos hacia los centros urbanos. Además, la ocupación progresiva de los espacios inundables por parte del hombre, ha ido incrementado el riesgo de inundación a lo largo del tiempo. Los núcleos medievales de Vinaròs y Benicarló estaban a salvo de las inundaciones. Sin embargo, con el derrocamiento de las murallas, los ensanches del siglo pasado y sobre todo, con el crecimiento desordenado de los años sesenta, los núcleos urbanos han sido amenazados por las aguas. La falta de planificación en el crecimiento urbano de los años sesenta, con la conversión de paleocauces en calles o la creación de urbanizaciones en sus inmediaciones, convierten el callejero en una auténtica red de barrancos en momentos de fuertes lluvias. Las soluciones también son antiguas y desde el siglo XVIII hasta la actualidad existen noticias de obras de derivación para liberar a la población de las aguas.

En definitiva, en la plana se da un modelo de inundación localizada, según el cual el riesgo se incrementa desde la parte proximal de los abanicos a la distal y también a lo largo del tiempo, con la intervención humana. Sin embargo, existen dos sectores diferenciados: en la parte septentrional el factor que controla las inundaciones es la red divergente de cauces y paleocauces, mientras que en la parte meridional son las depresiones las que concentran las aguas desbordadas.

BIBLIOGRAFÍA

- BAILA, M.A. (1990): *Desenvolupament urbà a Vinaròs*, Sociedad Castellonense de Cultura, Castelló, 99 pp.
- BORRAS, J. M. (1928): *Història de Vinaròs*, Tortosa, Associació d'Amics de Vinaròs (ed. 1979), 653 pp.
- CANEROT, J., MARTÍN, L., LEYVA, F. (1973): *Mapa geològic de Vinaroz*, Serie MAGNA, Hoja 571, 19 pp.
- CARMONA, P. (1995): "Análisis geomorfológico de abanicos aluviales y procesos de desbordamiento en el litoral de Valencia", *Cuadernos de Geografía*, 57, 17-34.
- GEOGRAFÍA DE LES COMARQUES VALENCIANES (1994), vol. 2, planos de Vinaròs (MEMBRADO-BAILA) y Benicarló (MEMBRADO-ROSSELLÓ).
- IGME-EPTISA (1974): *Plaine de Vinaroz-Peñíscola. Reinterpretation des sondages électriques, Proyecto de investigación Hidrogeológica del Bajo y Medio Júcar*, Madrid, inédito.
- IGME-IRYDA (1972): *Proyecto de Investigación hidrogeológica de la cuenca Media y Baja del Júcar (1ª fase). Informe hidrogeológico preliminar de la Plana de Vinaròs-Peñíscola*, Madrid, inédito.
- MATEU, J. F. (1982): *El Norte del País Valenciano, Geomorfología litoral y prelitoral*, Universitat de València, 286 pp.
- MATEU, J. F. (1990): "Avenidas y riesgo de inundación en los sistemas fluviales mediterráneos de la Península Ibérica", *Boletín de la A.G.E.*, 10, 45-86.
- ROSSELLÓ, V. M. (1984): *55 ciutats valencianes*, Universitat de València, 280 pp.
- SANCHIS, C. (1988): *El transporte en el País Valenciano. Carreteras y ferrocarriles*, Ed. Alfons el Magnànim, 293 pp.
- SEGURA, F. S. (1990): *Las ramblas valencianas. Algunos aspectos de hidrología, geomorfología y*

- sedimentología*, Universitat de València, 229 pp.
- SEGURA, F. S. (1991): "Geomorfología fluvial y trazado de mapas de riesgo de inundación: el cono aluvial del Palància", actas del XII Congreso Nacional de Geografía, València, 28-31 mayo, pp. 221-229.
- SEGURA, F. S.; CARMONA, P. (1994): *Estudio hidrogeomorfológico de la Safor*, Informe financiado por la IVEI, 74 ff. Inédito.
- SEGURA, F. S. (1995): "Las lluvias de octubre de 1994", *Cuadernos de Geografía*, 57, 189-190.
- SIMÓN, J. L. (1984): *Compresión y distensión alpinas en la Cadena Ibérica Oriental*, Inst. de Estudios Turolenses, CSIC, Teruel, 269 pp.
- SIMÓN, J. L.; PÉREZ CUEVA, A. (1993): "Cambios en el trazado de la red fluvial y tectónica cuaternaria en el sector central de la Provincia de Castellón", actas de la 2ª Reunión de Cuaternario Ibérico, vol 2, pp. 707-715.