



LA PLANA DE CASTELLÓ Y LOS FACTORES NATURALES DE SU REGADÍO

Alejandro J. Pérez Cueva
Departament Geografia, Universitat de València

Introducción: un paisaje en transformación

La Plana de Castelló es una pequeña comarca natural que se extiende entre las montañas del Desert de Les Palmes, que llegan a alcanzar el mar, y las de Almenara. Administrativamente está dividida en Plana Alta y Plana Baixa, con límite en el Riu Millars, e incorpora otros espacios no considerados aquí, como parte de la Sierra de Espadán o los *plas* de Vilafamés, Cabanes y montañas cercanas.

El perfil convexo del litoral, entre Benicàssim y la playa de Almenara, y en particular entre los Graos de Castelló y Borriana, indican cuál ha sido su formación: la acumulación de acarreos fluviales del Millars y Rambla de la Viuda, así como los de otros pequeños cauces. Estos depósitos se disponen en suave gradiente entre la orla montañosa y el mar, y dan lugar a una costa llana, con una longitud de unos 45 km entre Benicàssim y el límite provincial con Valencia. La entrada máxima es de 21 km, en el ápice del cono del Millars, cerca de Onda. No obstante, lo normal es que la distancia de las montañas al mar no supere los 5-8 km en línea recta. Otra característica geomorfológica importante es que se trata de un litoral de "restinga y alfufera", con marismas separadas por cada una de las principales prominencias fluviales.

Este espacio natural ha sido tradicionalmente una vasta superficie agrícola de secano en tierras altas y de regadío en las bajas. Ello incluye los espacios de marismas con la "marjalería", su sistema tradicional de bonificación. Un clima benigno ha permitido cultivos de secano termófilos, como el algarrobo, y todo tipo de hortalizas y frutales. La transformación del secano, especialmente intensa en la primera mitad del S.XX, cambió casi por completo el espacio a un monocultivo de naranjos. También se transformaron, aunque en menor medida, los espacios del regadío tradicional.

Esto supuso una fuerte presión sobre los recursos hídricos tradicionales, basados en el Millars y en menor medida en la Rambla de la Viuda, y algún gran manantial, como la Fuente de la Reina. La transformación del secano se hizo a costa de aguas subterráneas, mediante pozos, y de agua del propio Millars, con los regadíos de la cota 100. La extracción de aguas subterránea ya tenía antecedentes a finales del ochocientos, pero fue la masiva extracción durante la primera mitad del siglo pasado 60 la que cambió el paisaje agrario, e incluso el funcionamiento del Riu Millars.

En aquel momento, la progresiva desaparición del cultivo de arroz en la marjalería y la menor intensidad de los cultivos hortícolas, compensó de algún modo la presión hídrica sobre el acuífero de la Plana. Aunque no eliminó el problema de la sobreexplotación, los problemas de intrusión de aguas marinas o la disminución excesiva del nivel freático fueron menores que en otros lugares. Hoy en día, la fortísima industrialización en

torno a la cerámica, está disminuyendo el espacio regado y aliviando en parte la presión sobre los recursos hídricos (foto 1).

A) Formación y características de la Plana de Castelló

La Plana de Castelló es una depresión sedimentaria abierta al mar de forma triangular rellena de depósitos del Plioceno y Cuaternario. Sus límites interiores lo forman el macizo del Desert de les Palmes en su mitad Norte y la Sierra de Espadán en su mitad Sur. El contacto con los dos sistemas montañosos viene marcado por sendas líneas de fractura con hundimientos importantes, de varios centenares de metros (Simón, 1984). Los procesos tectónicos que originaron la Plana responden, según este autor, a la segunda gran etapa de fracturación que afecta a la Cordillera Ibérica Oriental, y debieron prolongarse a lo largo de todo el Plioceno Superior y Cuaternario, pues llegan a afectar a los propios sedimentos de relleno.

Las fallas de la mitad norte se extienden paralelas al mar, y se relevan desde Benicàssim hasta el umbral del pantano de Maria Cristina, situándose cada una de ellas más al interior que la precedente. Por el contrario, los límites de la mitad sur de la Plana están constituidos por dos grandes líneas de fracturación: la falla Norte de Espadán, que se extiende desde Onda hasta Betxí, y la falla que interrumpe bruscamente esta sierra, entre Betxí y la Vall d'Uixó, aproximadamente. Por esta razón, los macizos que bordean la Plana tienen una dirección catalánide en el caso del Desert de les Palmes, e ibérica en la Sierra de Espadán. Aunque el proceso de fracturación postalpina que ayudó a formar la Plana se remonta al Mioceno y se desarrolla principalmente durante el Plioceno, los depósitos que se observan en superficie son exclusivamente del Cuaternario. Según el MOPU (ver fig.1), la potencia de estos materiales ronda los 200-300 m, antes de llegar al sustrato terciario o mesozoico. La potencia y tipología de estos sedimentos permiten que se genere un extenso acuífero, el Subsistema Plana de Castellón (Morell y Hernández, 2000), que es una pieza clave en la explicación de los regadíos y de su evolución.

Los tramos superiores del relleno sedimentario de la Plana, observables en superficie y en los cortes del encajamiento de la red fluvial, se resumen en dos grandes episodios de acumulación fluvial, seguidos de sendos niveles de manto de arroyada (fig. 2). El principal edificio sedimentario está constituido por depósitos de cauces entrelazados (*braided*), formados en su mayor parte por cantos gruesos redondeados y heterométricos, fuertemente encostrados en techo (B₁ según Pérez Cueva, 1979 y Simón, 1984). La cronología que dan estos autores a este episodio es la de Pleistoceno medio. Encima de ellos se suele observar una facies de manto de arroyada (A₁), también del Pleistoceno medio, y luego otra secuencia de depósitos *braided* (B₂) y manto de arroyada (A₂), que pertenecerían al Pleistoceno superior. El carácter discontinuo de los cuerpos de depósitos fluviales, y el hecho de que el cono B₁ sea progradante respecto al cono B₂ (Segura, 1990) hace que las dos facies de manto de arroyada aparezcan superpuestas con frecuencia en la parte superior de los depósitos de la Plana.

Aparte de estas facies *braided* y de arroyada, en el piedemonte se pueden observar acarreos de aguas torrenciales

de los pequeños barrancos, algunos de los cuales llegan a formar pequeños conos de deyección (Bc. de l'Algepsar, de la Parreta, de Randero, etc.), y depósitos de tipo fanglomerático.

En superficie, la estructura espacial de los sedimentos que forman la Plana es la siguiente (ver fig. 3): a) fanglomerados y depósitos de aguas torrenciales al pie de la orla montañosa, b) conglomerados encostrados del Pleistoceno Medio (B₁), en la zona apical del abanico aluvial y c) arcillas con niveles de encostramiento del manto de arroyada más moderno (A₂). Estas tierras rojas, con nódulos calcáreos, son el suelo sobre el que se asientan los regadíos de modo casi exclusivo. Por tanto, la Plana es básicamente un gran cono aluvial progradante formado por los aportes conjuntos del Riu Millars, Rambla de la Viuda y Riu Sonella, tapado por mantos de arroyada. El Riu Sec de Borriol y el Riu Belcaire también han contribuido a la formación de esta extensa llanura, pero sus aportes han formado conos de deyección independientes, al menos en sus partes distales, y además no llegan al mar.

Durante el Holoceno se acaba de configurar la morfología de la Plana mediante la formación de dos grandes restingas y de sendos espacios de marismas. La primera de ellas se extiende entre el cono del Barranc de Farges, en Benicàssim, y el cono del Millars. El espacio albufereño entre la restinga y los mantos de arroyada, que se hunden por debajo de los limos de albufera, está compartimentado por el cono del Riu Sec de Borriol, que separa la marjal del Quadro de la marjalería del Grau de Castelló. Al sur del abanico del Millars, la disposición es parecida. El espacio albufereño se extendería sin solución de continuidad hasta Sagunto, con una restinga apoyada en las prominencias de los abanicos aluviales del Millars y del Palancia. Pero es casi totalmente interrumpido por el cono aluvial del Belcaire, que delimita la marjal de Nules al N y la de Almenara al S. Junto con las arcillas pleistocenas de los mantos de arroyada, los limos holocenos de albufera son el otro soporte de los regadíos de la Plana.

B) Un marco climático apropiado

La Plana de Castelló tiene un clima apropiado para el regadío, sin apenas limitaciones para cualquier tipo de cultivo mediterráneo. Es un espacio en el que se han cultivado todo tipo de hortalizas y otros monocultivos, tanto comerciales (arroz, cítricos, ...) como de subsistencia (*vgr.* cereales, en tiempos de postguerra). En el secano, antes de la extensión de los cítricos, el paisaje agrario dominante era el de los campos de algarrobo, planta termófila que indica perfectamente las suaves condiciones térmicas de esta comarca natural. No han llegado a cuajar, sin embargo, los cultivos comerciales de tipo subtropical, difíciles de encontrar por encima del paralelo 40°N, pues están expuestos a heladas. Estas pueden llegar a ser bastante rigurosas, en especial las de recurrencias de más de 20 años.

El régimen térmico, las heladas y las inversiones térmicas

Las temperaturas medias de la Plana se sitúan en torno a los 16-17°C. Las diferencias latitudinales son escasas y las altitudinales, con desniveles inferiores a los 100 m, también lo

son. Así pues, el régimen térmico está más condicionado por efectos de clima urbano o por las inversiones térmicas, que por el contexto geográfico, muy homogéneo.

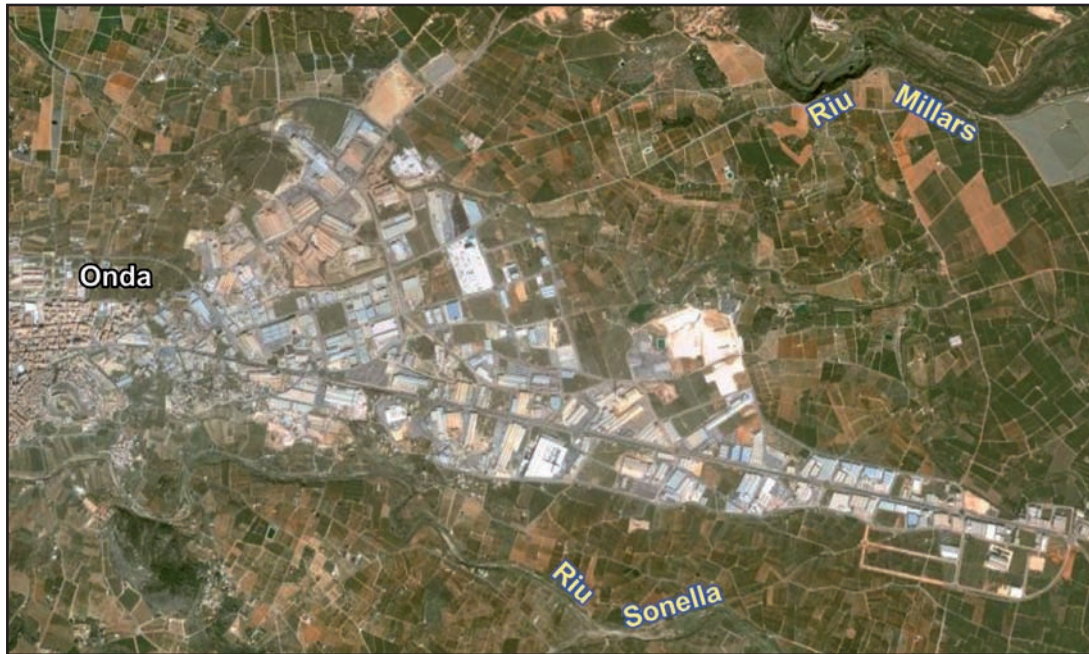
El régimen térmico estacional oscila entre unas temperaturas medias de 10-11°C en enero y otras en torno a 24°C en julio y agosto (fig. 4). El número de días con temperaturas mínimas por encima de los 20°C es de 30-40 al año, mientras que el número anual de días de helada es de 5-10.

El periodo medio de heladas discurre entre el uno de enero, fecha media de la primera helada y 15 de febrero, fecha media de la última helada. En un territorio abierto al mar, las heladas se centran en enero, el mes más frío, y en febrero, ya que el ecuador térmico del invierno se sitúa claramente en la segunda quincena de enero. De hecho, la helada más intensa de la época tuvo lugar en febrero (del 11 al 13 de febrero de 1956). Estas heladas de recurrencia superior a los 50 años no sólo hacen perder cosechas, sino que llegan a afectar a los árboles (en especial a cítricos y algarrobos). Son las temidas "heladas negras". Más frecuentes son las heladas débiles de inversión térmica. A pesar de ser un espacio abierto al mar, el aire frío llega a acumularse en las zonas bajas, más llanas, y en las depresiones creadas por la topografía de las acumulaciones fluviales, además de las zonas de marisma. Estas heladas no tienen apenas impacto agrícola, pero el régimen de frecuentes inversiones llega a determinar que los sectores de piedemonte sean más aptos para los cítricos que los espacios del regadío tradicional. No se trata tanto de una cuestión de menor riesgo de helada, sino de que acumulan más grados/día y logran adelantar el ciclo vegetativo. Esta es una de las claves de la extensión de los cítricos a las zonas altas de la Plana, ya presente en los regadíos de pozo de principios de siglo XX. El mayor beneficio se obtiene con las especies de maduración temprana (mandarinas, satsumas, clementinas...), pues la cosecha llega a adelantarse hasta dos semanas, con lo que se logran mejores precios en los mercados.

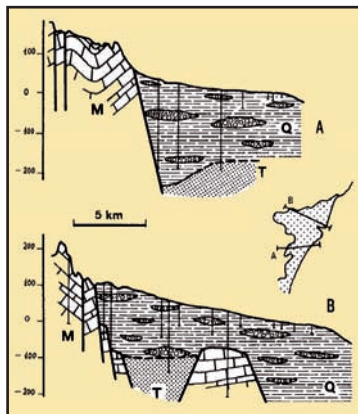
El régimen pluviométrico, la evapotranspiración y otros factores climáticos

En la Plana se registran unas precipitaciones en torno a los 500 mm. No hay apenas diferencias significativas en la distribución espacial de las lluvias, aunque parece ser que los observatorios situados en el piedemonte registran unas cantidades ligeramente superiores (Betxí, 548mm, Onda-El Carme, 549mm). El régimen estacional es el típico de la orla litoral del Golfo de Valencia, con máximos destacados en otoño y relativos en primavera.

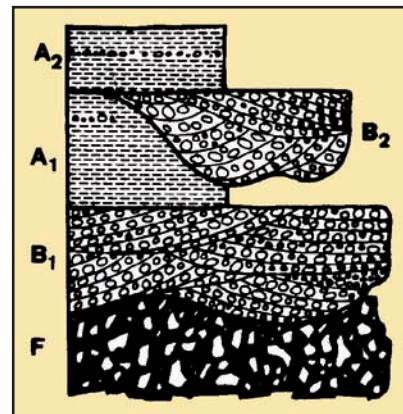
La probabilidad de precipitaciones en forma de granizo se reduce a una media de uno o dos días al año. Dentro del territorio valenciano, no se trata de una zona con excesivo riesgo (en comparación con comarcas como la Costera, Utiel-Requena o el interior del N de Castellón), aunque no es descartable. Mayor es el riesgo producido por los temporales de viento de finales de invierno y principios de primavera, que pueden arruinar la cosecha de los cítricos tardíos. A pesar de la protección del anfiteatro de montañas que protege la Plana de los vientos del W, en el observatorio de Almassora se han llegado a registrar rachas máximas extremas de 105 km/h (con orientaciones del NW).



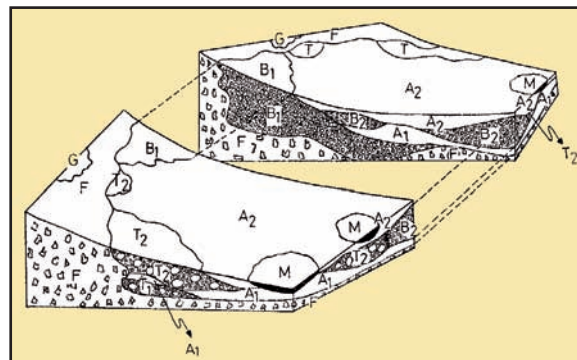
Transformación de regadío de cítricos en suelo industrial en el eje de la carretera de Onda a Vila-real



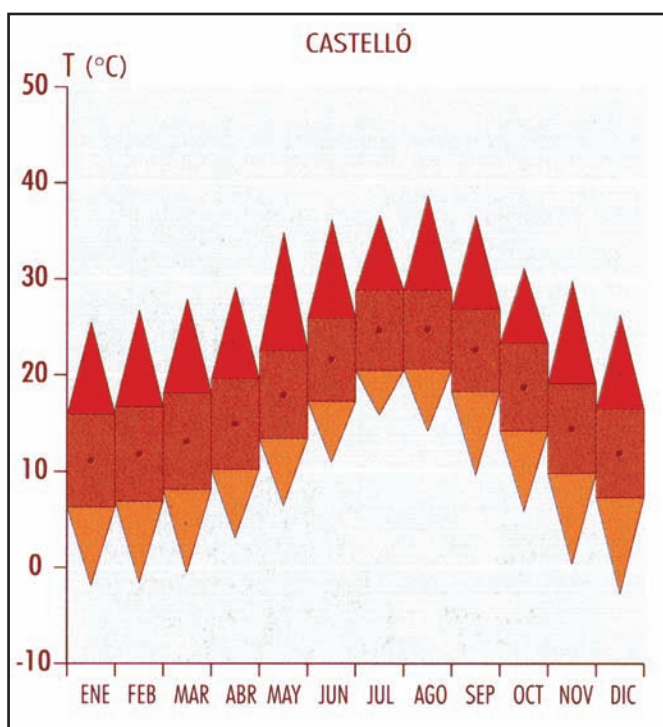
Geometría del relleno sedimentario de la Plana de Castelló. M: Mesozoico. T: Terciario. Q: Cuaternario (según MOPU)



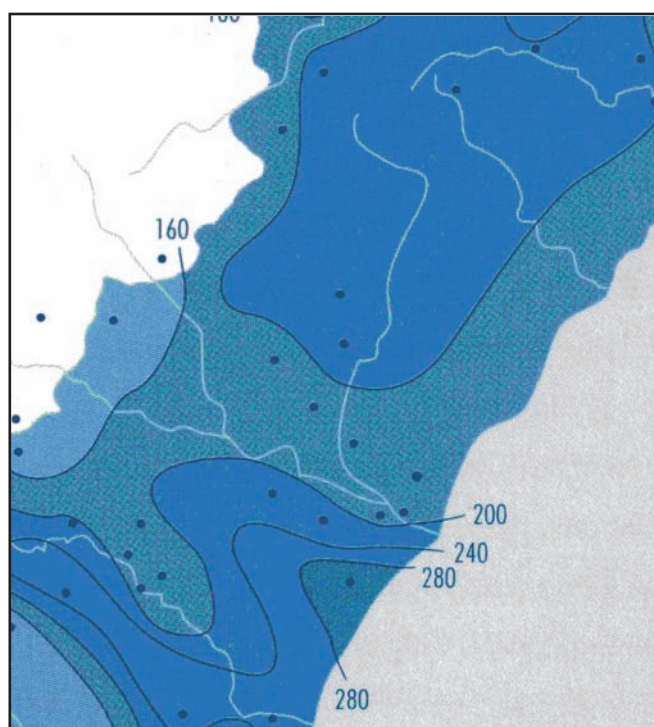
Tramos superiores del relleno sedimentario de la Plana de Castelló. F: fanglomerados. B1 y B2: niveles fluviales (braided). A1 y A2: niveles de manto de arroyada (según Simón, 1984)



Croquis litoestratigráfico de las facies superficiales de la Plana de Castelló. F: fanglomerados. B1 y B2: facies braided. A1 y A2: facies de manto de arroyada, T1 y T2: facies de "aguas torrenciales". G: depósitos de gravedad. M: marismas (según Pérez Cueva, 1979)



Evolución anual de las temperaturas medias de cada mes, de las máximas y mínimas medias, y de las extremas absolutas en el observatorio de Castelló (1961-1990) (según Pérez Cueva, 1992)



Distribución espacial de la precipitación máxima esperada en 24h en un periodo de 100 años, según el método de Gumbel (según Pérez Cueva, 1992)



Diferencias morfológicas e hidrológicas entre el Riu Millars (abajo) y la Rambla de la Viuda (arriba) en el centro de la Plana, antes de su confluencia



La evaporación potencial, según el método de Thornthwaite, alcanza entre 800 y 900 mm al cabo del año, aunque la falta acusada de lluvias estivales disminuye estos valores y hace que la evapotranspiración real se quede en unos 450-500mm al año. Esto da un saldo de unos 50 mm con las precipitaciones, cuyo destino final es básicamente la infiltración y la recarga de acuíferos. A ello contribuye la notable torrencialidad de este espacio litoral y la permeabilidad del terreno.

Las lluvias superiores a 100 mm tienen una recurrencia de 3-4 años y las de 200mm de unos 50 años, según el método de Gumbel (ver fig. 5). Estas lluvias intensas pueden hacer funcionar los pequeños barrancos de la orla montañosa y los internos de la Plana (Ràtils, Fraga, Bc. de Almassora...). Pero estas escorrentías acaban acumulándose en los espacios de marjalería. Podemos suponer que la mayor parte de las lluvias intensas acaban recargando el acuífero con valores nada despreciables (como veremos, se estima en unos 50 hm³/año).

C) Un doble origen del agua

El origen de los regadíos históricos de la Plana se ha basado casi exclusivamente en las aguas del Millars. La cuenca de este río, de unos 2500 km², es superior a la de la Rambla de la Viuda (1510 km²) (Matarredona *et al.*, 1988). Pero, sobre todo, lo que confiere un carácter totalmente distinto al régimen del río frente al de la rambla no es su mayor tamaño, sino las características litológicas de la cuenca y su disposición espacial.

El Millars tiene un trazado "ibérico" y se adentra pronto en la provincia de Teruel. Su cuenca alta se extiende por la cubeta terciaria de Sarrión y sus cabeceras se sitúan ambas en la cara occidental de la Sierra de Gúdar (Cedrillas -Mijares- y Alcalá de la Selva -Río de Valbona-). Los materiales de la cuenca son variados (arcillas del Terciario, materiales calcáreos del mesozoico, rodano de Espadán, etc.) y en general mucho más impermeables que los de la Rambla de la Viuda.

La cuenca de ésta, por el contrario, se dispone paralela a la costa, casi siempre en la provincia de Castellón o en los límites con Teruel (*vgr.* cabecera del Riu Montlleó, en Puertomingalvo). Este hecho produce dos diferencias clave: un contexto litológico casi exclusivamente calcáreo y unas precipitaciones mucho más torrenciales. Estas características geológicas y climáticas de la cuenca explican que tenga un régimen y una morfología de rambla, casi sin flujo basal y únicamente con régimen de avenidas. En la figura 6 se pueden observar claramente las diferencias morfológicas e hidrológicas entre ambos cursos fluviales: de caudal, de amplitud del cauce, de meandrización, etc.

1) El Millars

En el azud de la Presa (Vila-real), el Millars ha tenido históricamente un caudal de 9'06 m³/seg (periodo 1912-1984). No obstante, el caudal del río ha ido menguando en las últimas décadas, en paralelo y en una magnitud semejante al de otros grandes ríos valencianos (fig. 7) (Pérez Cueva, 2001). Desde la década de 1959-1969 a la década 1990-1999 se ha pasado de un caudal de 9 m³/seg a uno de menos de 4 m³/seg, en parte debido probablemente a cambios ambientales de la cuenca. La

evapotranspiración real es ahora más elevada, con un incremento térmico desde mediados de los años setenta y con una mayor cantidad de masa vegetal en las montañas de la cuenca.

Pero a este hecho se ha unido la explotación del acuífero de la Plana y el consecuente descenso del nivel freático. Esto ha ocasionado que el río deje de ser efluente y haya pasado a ser influente en el tramo entre el embalse de Sitjar y el azud de la Presa de Vila-real una vez llega a la zona apical de su abanico. Es decir, el río pierde caudal por transmisividad lateral. En principio, los regadíos históricos de las acequias principales y los de cota 100 siguen siendo regulados por las salidas de Sitjar, pero el contexto hidrológico a cambiado a condiciones más precarias.

En otras palabras, el Millars ha podido abastecer históricamente los regadíos de la Plana sin excesivos problemas, probablemente incluso en momentos de sequía. En la actualidad esto sería imposible sin la regulación del embalse de Sitjar.

2) Otros aportes fluviales

El resto de aparatos fluviales que vierten sus aguas a la Plana, salvo los de la Rambla de la Viuda, no llegan a constituir un recurso hídrico útil para los regadíos. Se trata fundamentalmente de barrancos con pequeñas cuencas y régimen torrencial de elevada recurrencia (Farges, Montornés, Algepsar, Randero, etc), y de barrancos (*rius*) con cuencas de tamaño medio y algo de caudal (Riu Sec de Borriol, Riu Ana o Sonella y Riu Belcaire). Los primeros, salvo el de Farges, suelen perderse en las marjalerías, y sus aguas suponen más un problema que un recurso. Sólo podrían llegar a ser útiles para compensar la intrusión salina ocasionada por la sobreexplotación de la parte litoral del acuífero (*vgr.* en la marjal de Almenara), pero la red de acequias de la marjalería tiende a desaguar estas crecidas al mar en pocos días. Los *rius* son barrancos de tamaño medio con algo de flujo basal en sus tramos montañosos. Todos ellos tienen huertas tradicionales que se "asoman" a la Plana, pero casi ninguno logra que estos caudales más regulares lleguen a generar regadíos históricos dentro de ella. El Riu Sec de Borriol, con 94'3 km² de cuenca, es el más pequeño de estos sistemas, pero logra alimentar unas pequeñas huertas en las cercanías de esta localidad, entre la ermita de Sant Vicent y el pueblo. El riu Belcaire, algo más grande (103'4 km² de cuenca), tiene pequeñas huertas de manantiales de montaña (*vgr.* Fondegulla) y del manantial de Sant Josep, en la Vall d'Uixó. Pero sale ya seco al ápice de su abanico aluvial, pese a su confluencia con la Rambla Cerverola. Sus únicas escorrentías son las aguas residuales de la villa y de su polígono industrial.

El Riu Sonella, también llamado Riu Ana o Riu Sec de Betxí, es el mayor de estos sistemas (238 km² de cuenca) y el único que logra llegar claramente al mar. Tanto su principal afluente, la Rambla de Artana, como el río principal tienen huertas tradicionales de manantial o de manantial/azud en todos los pueblos por los que discurren (Aín, Eslida y Artana, en el caso de la rambla, y Alcudia de Veo, Veo, Tales, Artesa, etc., en el río. El curso principal llega a mantener un pequeño pantano, lo que, unido a un caudal modesto pero regular, alimenta las únicas huertas tradicionales fluviales de la Plana que no son del Millars, en los alrededores de Onda.

La Rambla de la Viuda es, con diferencia, el principal sistema fluvial de los que afluyen directamente a la Plana, aparte del Millars. Su caudal es difícil de estimar, a falta de aforos directos. El único dato de que se dispone son las variaciones del agua embalsada en el embalse de María Cristina, primero anuales - 1948 a 1951 -, luego mensuales -hasta 1957- y finalmente diarias -desde mayo de 1958- (Segura, 1990). El problema es que estas variaciones dependen de la capacidad del embalse, que se ha ido reduciendo desde los 30 Hm³ iniciales a menos de 20 Hm³ en la actualidad, y también de las abundantes filtraciones cársticas del vaso del embalse.

Esta presa, construida a partir de 1913, es capaz de alimentar un sector de nuevos regadíos de la Plana de notable extensión, que alcanza hasta las inmediaciones de la capital. El agua del embalse es renovada por las frecuentes riadas de la Rambla de la Viuda. Las aguas más regulares del Riu de Lluçena -que confluye con la rambla cerca de la cola del embalse- son mucho menos abundantes y se quedan en los regadíos históricos de Alcora. Pero la rambla, con las grandes dimensiones de su cuenca, un régimen de lluvias bastante torrencial y un umbral de escorrentía en torno a unos 65mm de precipitación media de la cuenca, presenta un régimen de crecidas entre 2 y 4 anuales y una duración media de siete a nueve días (Segura, 1990). En ocasiones, una sola de estas crecidas llega a llenar este embalse y garantizar los riegos durante un año.

3) Las aguas subterráneas

Aparte de los regadíos fluviales del Millars y de los nuevos regadíos del embalse de María Cristina, en el antiguo secano del piedemonte de la Plana se han extraído aguas subterráneas mediante pozos desde inicios del S.XX. El principal sector de pozos antiguos se ubica en un eje que discurre entre Vila-real y la Vilavella, a cotas entre 40 y 50m, justo aguas arriba de la Acequia Mayor de Vila-real. Otro sector secundario lo hallamos al N de la Rambla de la Viuda, en el secano de Almassora y Castelló.

Estos pozos históricos aprovechan un acuífero detrítico libre, formado en los depósitos pliocuaternarios de la Plana. Se trata de un acuífero de permeabilidad por porosidad intergranular, con coeficiente de almacenamiento entre el 5 y el 15%, y buena transmisividad (Morell y Hernández, 2000). Se han reconocido diferentes cuerpos más o menos permeables, separados por capas más arcillosas, e incluso algún sector de acuífero detrítico cautivo sobre margas miocenas (ITGE-GIMARN, 1992), y todo ello reposa sobre otros acuíferos calcáreos mesozoicos. Presenta pues frecuentes discontinuidades y puede considerarse como un acuífero multicapa.

En el cuadro I puede observarse el balance hidráulico del acuífero, según ITGE, 1989-90. Los aportes suman 276 hm³/año y están repartidos de modo bastante uniforme entre la infiltración directa del agua de lluvia (50 hm³), los retornos del agua de riego, alimentación lateral desde los acuíferos del anfiteatro montañoso, o la infiltración directa desde el río Mijares (que se estima en unos nada despreciables 36 hm³/año). Descontados los bombeos de agua subterránea (unos 200 hm³/año), el balance del conjunto del acuífero es excedentario, con unas salidas subterráneas al mar de unos 40 hm³/año y un

drenaje superficial de las marjalerías de 27 hm³/año. En otras palabras, los aportes de la lluvia, el río y la montaña recargan el acuífero, y hacen que fluya hacia el mar, sin que los intensos bombeos lleguen a agotarlo del todo.

El acuífero de la Plana presenta una piezometría acorde con su funcionamiento hidrodinámico, basado como hemos visto en los aportes laterales del anfiteatro montañoso y a la particular contribución del Millars. El nivel piezométrico se sitúa entre los 40-50 m en el vértice interior de la Plana, donde afluye el río, y desciende progresivamente hasta situarse en cota 0 m snm. en las cercanías del litoral. En periodos secos (ver fig. 8), pueden aparecer amplios sectores con nivel piezométrico por debajo del nivel del mar, destacando el sector de Moncòfa. Allí es donde se produce el mayor riesgo de salinización por intrusión de aguas marinas. También destaca una vasta depresión a cota 0 m al S de Vila-real. Este sector, como hemos señalado, es el que presenta mayor concentración de pozos antiguos. Allí, la oscilación del nivel piezométrico puede alcanzar unos 10 m, y alrededor de 1 m en el litoral. Estos pozos antiguos han buscado lógicamente los lugares de secano en los que es menor la diferencia entre la topografía de la superficie y el nivel piezométrico (de unos 30-40 m en la actualidad, pero probablemente menor a principios de siglo). En un momento de escasa potencia de los motores, era un condicionante importante.

4) Los manantiales

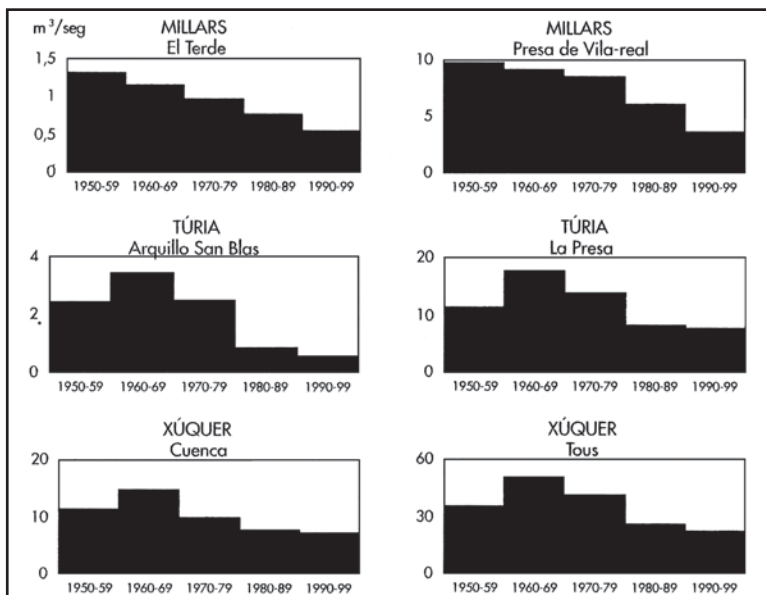
Aparte del agua subterránea, en la Plana también se ha contado con las aportaciones de manantiales para el regadío tradicional. Muchas de estas fuentes son/eran descargas del acuífero excedentario en la marjalería o en su perímetro, debido a que ésta tiene algún sector por debajo del nivel del mar y el nivel piezométrico puede situarse a cota 0 m, o ligeramente por encima. Estas fuentes contribuían a mantener, junto a los excedentes de riego, este singular paisaje agrario.

El otro tipo de fuentes es el de los manantiales del anfiteatro montañoso, que con frecuencia están asociados a las fallas que delimitan la Plana. Los dos más importantes son las fuentes termales de la Vilavella (como la Font Calda) y la Font de la Reina. En el primer caso se trata de surgencias de aguas profundas que se sitúan justo encima de la falla maestra que interrumpe la Sierra de Espadán. Las aguas termales surtían a varios balnearios, y las de la Font Calda eran recogidas en una balsa que alimentaba un regadío de manantial situado al pie de la villa (Domingo, 1977).

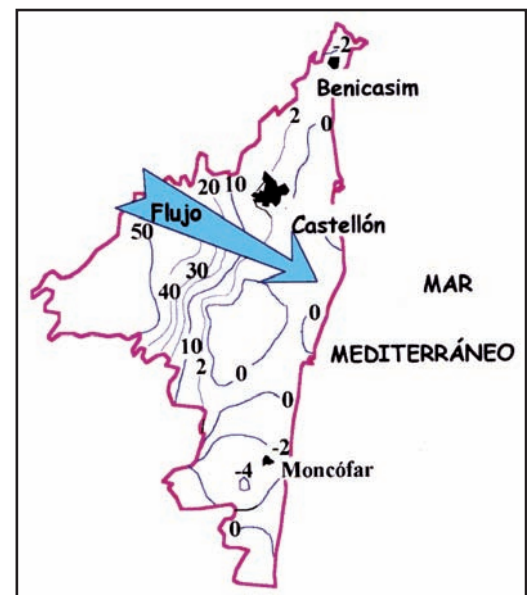
La Font de la Reina, al N de Castelló, llega a alcanzar un caudal mucho más importante, cifrado entre 0'6 y 0'9 m³/seg. También se sitúa en las inmediaciones del escalón costero, aunque no encima de la falla principal. Para alumbrar las aguas se ha construido una galería de unos 200 m, excavada en arcillas y coluviones del piedemonte de la Madalena, que conecta con una grieta en calizas. Probablemente se trate de un conducto cárstico subterráneo que desagua parte del acuífero del macizo montañoso del Desert de les Palmes, y que daría lugar a surgencias difusas, o simplemente a la recarga subterránea del acuífero de la Plana. La excavación de la *foggara* ha permitido concentrar la surgencia en un punto y permitir un singular subsistema de regadío, casi todo él de marjalería, al N del Riu Sec de Borriol.



Foto panorámica de la Plana



Evolución por décadas del caudal medio de los ríos Mijares, Turia y Júcar en aforos de cabecera y del tramo final (en m³/seg) (según Pérez Cueva, 2001)



Mapa piezométrico representativo de periodos secos (según Giménez, 1994)

BIBLIOGRAFÍA

DOMINGO PÉREZ, C. (1977): "*La Vilavella*". Valencia, Caja Rural de Vilavella y CAMP de Castelló, 256pp.

ITGE-GIMARN (1992): Informe inédito.

GIMENEZ (1994): Tesis Doctoral. Universidad de Granada, 390 pp.

MATARREDONA, R., PÉREZ CUEVA, A.J. Y SANCHIS MOLL, E. (1988): "Los ríos". En "*Guía de la naturaleza de la Comunidad Valenciana*". Ed. Alfons el Magnànim, Valencia, pp.103-134.

MOPU: *Estudio hidrogeológico de la Plana de Castellón*. Inédito.

MORELL, I. y HERNÁNDEZ, F. (2000): "*El agua en Castellón. Un reto para el siglo XXI*". Castellón, Publicacions de la Universitat Jaume I, 538pp.

PÉREZ CUEVA, A.J. (1979): "El Cuaternario continental de la Plana de Castelló". *Cuadernos de Geografía*, nº24, pp.39-54.

PÉREZ CUEVA, A.J. (1985): "*Geomorfología del sector oriental de la Cordillera Ibérica, entre los ríos Mijares y Turia*". Tesis doctoral, Valencia, Univ. Valencia, 653pp.

PÉREZ CUEVA, A. J. (Coord.) (1994): "*Atlas climático de la Comunidad Valenciana (1961-1990)*". Valencia, Generalitat Valenciana, Consellería de Obras Públicas, Urbanismo y Transporte, 205pp.

PÉREZ CUEVA, A.J. (2001): "Las sequías en tierras valencianas". En A.Gil y A. Morales (Eds.) "*Causas y consecuencias de las sequías en España*". Alicante. CAM, pp.131-159.

SEGURA, F. (1990): "*Las ramblas valencianas*". Valencia, Universidad de Valencia, 229pp.

SIMÓN GÓMEZ, J. L. (1984): "*Compresión y distensión alpinas en la Cadena Ibérica Oriental*". Teruel, Instituto de Estudios Turolenses, 269pp.



Manantial de la Fuente de la Reina