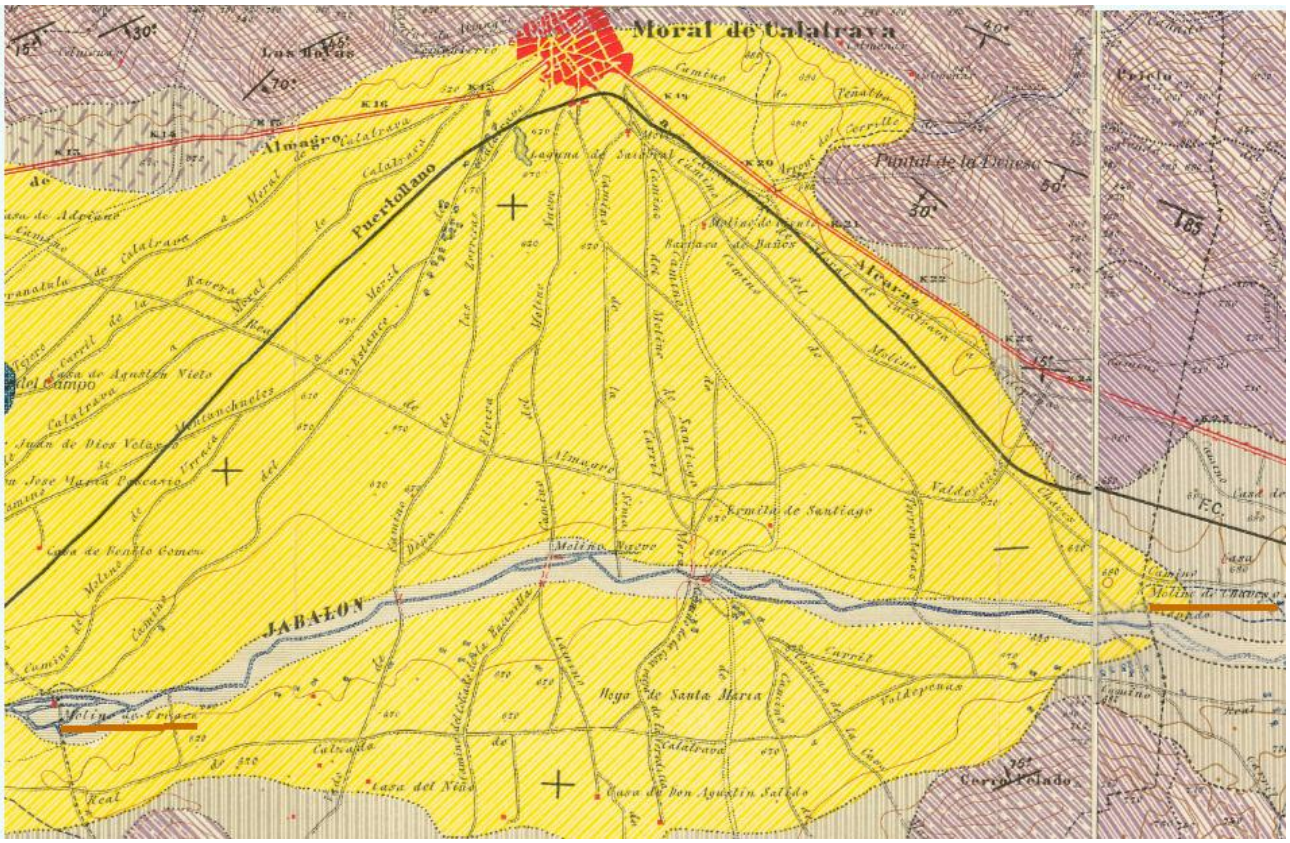


ENCAUZAMIENTO DEL RIO JABALÓN EN EL TÉRMINO DE MORAL DE CALATRAVA

(2ª parte)

José Acedo Sánchez

Índice

6. PROYECTO AÑO 1935 3

6.1. Memoria del proyecto 4

6.1.1. Antecedentes 4

6.1.2. Necesidad de la obra 5

6.1.3. Utilidad de la obra 6

6.1.4. Descripción de la cuenca y constitución geológica del terreno 10

6.1.5. Zona que se proyecta encauzar y perfil longitudinal 13

6.1.6. Capacidad del encauzamiento 14

6.1.7. Sección adoptada 19

CONTINUARÁ CON:

Algunas publicaciones de la época

Proyecto reformado en el término de Moral (Año 1956)

Algunas personas que participaron

Inundaciones años 2009 y 2010

Este artículo es una continuación de la serie dedicada al encauzamiento del río Jabalón en el término de Moral, por lo que la numeración de los apartados sigue el orden establecido en el artículo anterior. Como ya se ha mencionado, unas fotos las ha realizado Alfonso Delgado y otras han sido tomadas de Internet.

6. PROYECTO AÑO 1935

En este apartado se van a transcribir los datos más importantes relacionados con el proyecto que se llevó a cabo en 1935 y que se encuentra archivado en las oficinas de la Confederación Hidrográfica del Guadiana, ubicadas en Ciudad Real.

Como se ha visto en el primer artículo de esta serie, este proyecto fue realizado por el ingeniero don Joaquín Benlloch Martín.

El principal objetivo del mismo fue la recuperación de los terrenos adyacentes al cauce original del río, dado que cuando había cualquier pequeña avenida se inundaban todos estos terrenos, impidiendo la siembre cerca del río.

Con el encauzamiento se pretendía que el agua discurriera siempre por el cauce, incluso aunque lloviera tanto como el máximo ocurrido en los años anteriores, los cuales habían sido utilizados para efectuar el cálculo de la anchura y altura de este cauce, tal como se verá en los apartados que se muestran más adelante.

De los diferentes documentos de los que consta este proyecto, y dado que solo se trata de conocer los datos más significativos, sin entrar en detalles excesivamente técnicos, se van a transcribir parte de los siguientes documentos:

- Memoria del proyecto realizado por don Joaquín Benlloch Martín
- Plano general del río en el término de Moral
- Informe del Ingeniero Jefe don Joaquín Moreno Musso

De don Joaquín Benlloch ya se ha visto en el primer artículo una pequeña síntesis de su biografía.

En cuanto al ingeniero jefe don Joaquín Moreno, nos encontramos en el Boletín Oficial del Estado de fecha 27 de junio de 1939 la siguiente orden que afecta al mismo, así como a otros profesionales que ocupaban puestos al inicio de la guerra civil en julio del año 1936.

Esta serie de órdenes realizadas por don Alfonso Peña Boeuf, quien fue Ministro de Obras Públicas en los primeros gobiernos nacionales de Franco, están firmadas en *"Santander, 14 de junio de 1939. Año de la Victoria"* y publicadas en el Boletín Oficial del Estado de fecha 27 de junio de 1939.

Se transcribe solamente el inicio de estas órdenes y la parte que afecta a don Joaquín Moreno Musso, ingeniero jefe del proyecto que nos ocupa.

> *"ORDENES de 14 de junio de 1939 reincorporando al servicio, sin imposición de sanción, a los funcionarios de Cuerpos especiales que se mencionan.*
>
> *Ilmo. Sr.: Aceptando la propuesta de V. I, que hace suya la del Instructor designado al efecto, este Ministerio, en aplicación de la Ley de 10 de febrero último, ha dispuesto considerar incluidos en e| apartado a) del articulo 5.2 de dicha Ley, y por tanto, su reincorporación al servicio del Estado, sin, imposición de sanción, de los siguientes funcionarios:*
>
> *……*
>
> *Don Joaquín Moreno Musso, Ingeniero Jefe de segunda clase del citado Cuerpo, que en 18 de julio de 1936 se hallaba afecto a la Delegación de los Servicios Hidráulicos del Guadiana."*

Página 3485

BOLETIN OFICIAL DEL ESTADO

Administracion y venta de ejemplares: Puebla, 23 BURGOS. — Telefono 1238

Ejemplar; 25 cts. — Atrasado: 50 cts. — Suscripción: Trimestre: 22'50 pesetas.

AÑO IV MARTES, 27 JUNIO 1939.—AÑO DE LA VICTORIA NÚM. 178

6.1. Memoria del proyecto

Se transcriben aquí algunos párrafos que se encuentran en la memoria explicativa del proyecto de encauzamiento del río Jabalón firmado en 1935, los que aparentemente son más importantes desde el punto de vista de conocer el alcance de este proyecto.

Cada uno de los párrafos se incluye dentro de un subapartado que a su vez coincide con los que tiene la memoria.

6.1.1. Antecedentes

Aquí podemos apreciar que el Ayuntamiento de Moral estaba dispuesto a aportar el 25% del importe de este proyecto. Por otro lado también se puede ver que el Sr.

Benlloch redactó el proyecto porque había sido trasladado el ingeniero don Ramón de Fontecha, primer adjudicatario del mismo.

> *"Solicitado por el Ayuntamiento de Moral de Calatrava, en instancia dirigida al Excmo. Sr. Ministro de Obras Públicas, la redacción por cuenta del Estado del proyecto de las obras del encauzamiento del rio Jabalón en su término municipal, así como después la ejecución de las obras para lo cual ofrece el auxilio del 25% del importe del presupuesto, con arreglo a lo dispuesto en el artículo 22 de la Ley de 7 de julio de 1911, fue informada favorablemente dicha petición por esta Delegación y elevada a la Superioridad con el correspondiente informe, para su resolución.*
>
> *Ordenado por la Superioridad se redactara el oportuno proyecto, fue encargado del servicio el Ingeniero don Ramón de Fontecha, afecto entonces a ésta Delegación.*
>
> *Trasladado el Sr. Fontecha a la Jefatura de Obras Públicas de Segovia, fue encargado de realizar el servicio el Ingeniero que suscribe, el que lo ha cumplimentado redactando el presente proyecto."*

6.1.2. Necesidad de la obra

A continuación del apartado de "*Antecedentes*", se encuentra el de la necesidad de la obra. Aquí se aprecia el interés que existía en la época para el encauzamiento del río, sobre todo para el aprovechamiento de los terrenos adyacentes al mismo. Al no existir una buena canalización, tan pronto llovía un poco más de lo normal se encharcaban los campos, impidiendo o destrozando las cosechas sembradas.

Como se puede ver, esta necesidad era compartida por varios pueblos por los que atravesaba el río Jabalón su término municipal.

> *"La necesidad de la obra está confirmada en que el encauzamiento del rio Jabalón, en sus respectivos términos municipales, ha sido solicitado por los Ayuntamiento de Montiel, Valdepeñas, Moral de Calatrava y Granátula de Calatrava, habiéndose ejecutado en el termino de Montiel y en la gran finca de Montanchuelos, situada en el término municipal de Granátula de Calatrava por sus propietarios; lo que les ha permitido poner en cultivo un gran número de hectáreas, antes completamente improductivas.*

En el término de Moral de Calatrava se rescatarán a las avenidas 472 hectáreas, de las que hoy la mayor parte no se siembra y las otras lo hacen expuestas a perder sus cosechas, si viene alguna extraordinaria.

Hecha la obra se podrán poner en cultivo todas, sembrando la mayor parte de ellas de cultivos de regadío, porque el agua subálvea queda en pleno estiaje muy cerca de la superficie del terreno, lo que permite extraerla con muy poco coste."

En este último párrafo se hace mención a la poca profundidad a la que se encontraba el agua en la zona considerada como vega del río, incluso en la época de estiaje, es decir los meses de mayor sequía del año.

Ya se sabe que el álveo es el lecho o cauce de un río o arroyo, también conocido como madre del río. Por tanto, el concepto de agua subálvea se refiere a la que se encuentra por debajo del lecho de la corriente de agua, en este caso el rio.

6.1.3. Utilidad de la obra

Este es un apartado importante dentro del proyecto, al tratar de justificar económicamente la rentabilidad del mismo. Toda la justificación se basa en calcular los beneficios que se pueden obtener sembrando los terrenos de la vega y compararlos con los gastos que ocasiona el desarrollo del proyecto.

"Para calcular la utilidad de la obra, exponemos a continuación los gastos e ingresos que tienen las hectáreas de vega sembradas de cebada o trigo que es a lo único que se destinan actualmente, por no querer arriesgarse a otras siembras de regadío más lucrativas, pero más costosas en labores, por miedo a las riadas.

Cant.	*Hectárea de cebada (Gastos)*	*Ptas*
6	*Jornales a 20.0 ptas levantando el rastrojo.*	*120.0*
3	*Jornales a 20.0 ptas en labor de siembra*	*60.0*
140	*Kgs de simiente a 30.0 ptas los 100 kgs*	*42.0*
2	*Pases de grada*	*15.0*
9	*Jornales de escarda*	*36.0*
-	*Siega*	*60.0*
-	*Transporte a la era*	*30.0*
-	*Trilla, limpia y almacenado*	*100.0*
-	*Renta de la tierra*	*100.0*
	Suma	*563.0*

	Ingresos	
2240	*Kgs de cebada a 30.0 ptas los 100 kgs*	*672.0*
	Beneficio	***109.0***

En el proyecto se efectúa el mismo ejercicio para el trigo. Para no repetirlo incluyo aquí exclusivamente el balance.

	Hectáreas de trigo	*Ptas*
	Gastos	*632.0*
	Ingresos	*750.0*
	Beneficio	***118.0***

"El número de hectáreas que se rescatan a las avenidas extraordinarias son 472, de las que se siembran unas 200 hectáreas de trigo y el resto de cebada.

Como el cultivo que se sigue es el de año y vez, resulta que en el año se siembran 100 has de trigo y 131 has de cebada.

El año que se estropea por completo la cosecha por una riada, se pierde el importe de ella más los gastos de siembra y escarda, lo que suma:

Trigo:	*(402.0 + 750.0) * 100 =*	*115.200,0 ptas*
Cebada:	*(273.0 + 672.0) * 131 =*	*123.795,0 ptas*
	Suma	*238.995,0 ptas*

Como además los terrenos de barbecho quedan inservibles también, hay que dejarlos otro año para que se meteoricen, con lo que se pierde también la cosecha del año siguiente, por no convenir sembrarla, ya que no da ningún rendimiento."

En los dos párrafos que siguen a continuación no es fácil descifrar de donde se obtienen las cantidades, puesto que no están perfectamente detalladas. Como no se trata ahora de conocer exactamente todas las cifras, se transcriben estos párrafos tal como aparecen en el original.

"Resulta por tanto que una riada extraordinaria cuesta al pueblo de Moral de Calatrava 392.027,0 ptas del importe de los granos, más la paja para pienso del ganado, que al no haberla hay que adquirirla, cantidad que se puede evaluar en 20.000 pesetas.

Como el presupuesto para conocimiento de la Administración, de la obra, es de 1.395.859,99 ptas, resulta que con cuatro riadas el pueblo

ha perdido en cosechas más valor que importa el presupuesto de la obra."

A partir de aquí aparecen otra serie de detalles que harán mejorar el rendimiento del terreno al evitar las riadas. Lógicamente son suposiciones a efectos de presupuesto. Hay que resaltar el detalle de la calificación del terreno, al considerarlo como uno de los mejores de la provincia. En este caso se trata del terreno llano apto para el cultivo situado junto al río, terreno conocido como vega.

También se destaca la poca profundidad a la que se encontraba el agua para extraerla por medio de norias o motores, por otra parte ya comentado anteriormente.

"El valor de la tierra sufre también una depreciación muy grande, porque la hectárea de terreno de vega de secano que no se inunda en ese término que es de los mejores de la provincia, se paga a 2.000 ptas, valor que queda reducido a 500 ptas en la parte inundada, o sea que por este concepto las vegas sujetas a inundaciones valen 708.000 ptas menos de lo que debían valer, con gran perjuicio para la propiedad y Erario público.

Una vez hecho el encauzamiento, se podrán poner en riego, con norias o motores, unas 250 hectáreas de las 472 Has que se rescatarán, las que no tiene más gasto que efectuar el pozo hasta una profundidad máxima de dos metros e instalar el aparato elevatorio del agua, por estar completamente niveladas.

Esto significará un aumento de riqueza enorme, ya que solo el aumento de valor de la propiedad, de la actual a la de entonces, se puede cifrar en 1.208.000 pesetas más, teniendo en cuenta que las hectáreas de regadío valdrán, como mínimo 4.000 pesetas.

Si a esto unimos que entonces se cogerán por año dos cosechas, una de cereales y otra de patatas, que es lo que se hace en las vegas de igual característica de la región y que estos cultivos se repetirán durante tres años seguidos, dejando a descansar las tierras un año a continuación, en barbecho, volviéndolas a sembrar otros tres años seguidos con las dos cosechas; el aumento de riqueza que esto significa para el país es grande, ya que hoy una hectárea de trigo de secano da un beneficio de 118 ptas cada dos años y cuando se haga la obra dará, calculando un beneficio de 500 ptas por hectárea de patatas, un beneficio total de 927 ptas cada dos años.

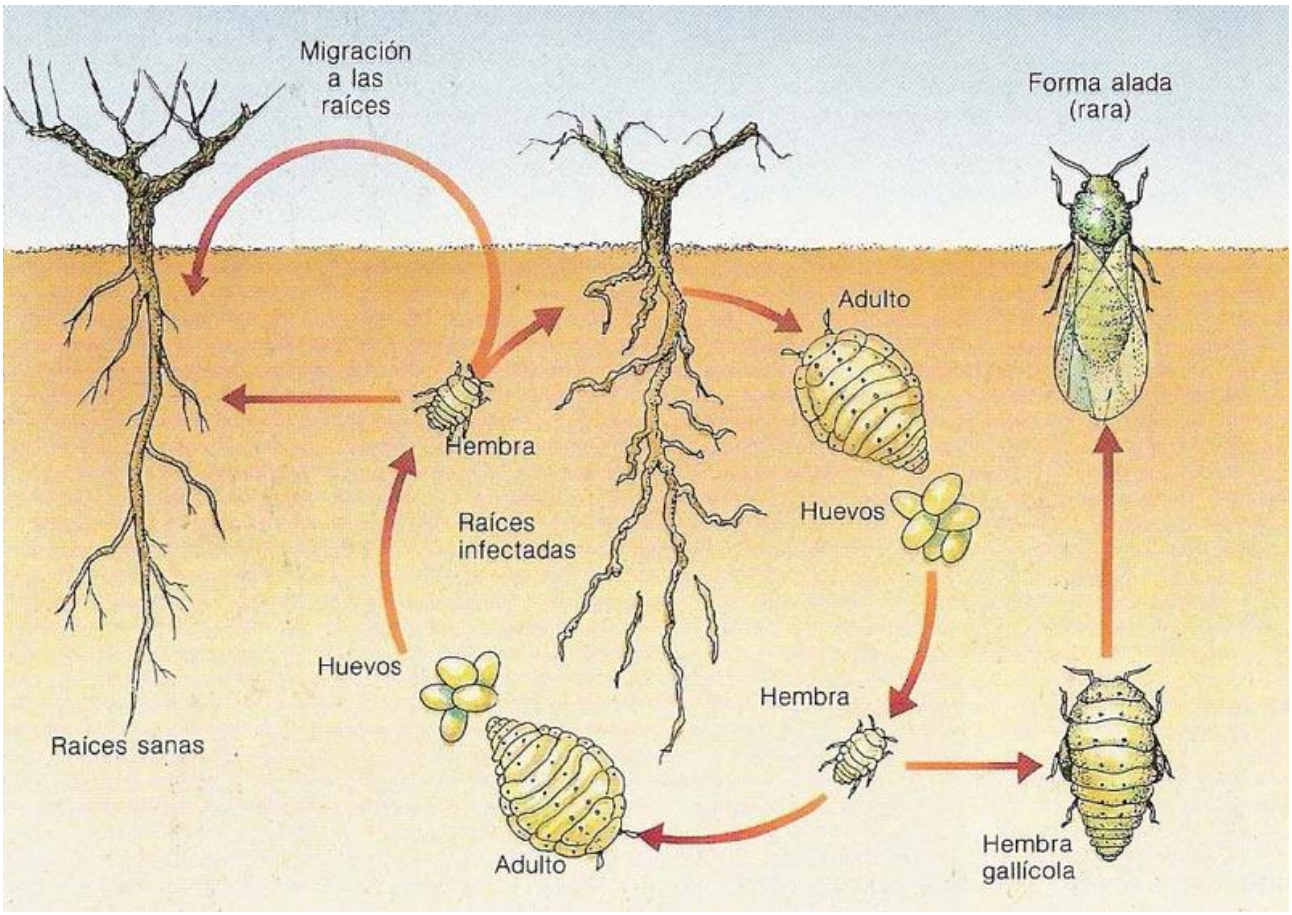
He supuesto que se plantarán solo patatas, para los efectos de demostrar el aumento de riqueza; pero esperamos, porque creemos que habrá agua suficiente, que se podrán dedicar bastantes hectáreas a otros cultivos de regadío, que tendrán fácil mercado en la provincia por escasear mucho en ella.

Bajo el aspecto social, tiene la obra una importancia decisiva para el pueblo de Moral de Calatrava, ya que, debido a la filoxera, se han perdido todas las viñas del término, lo que ha aumentado el paro obrero de una manera pavorosa, el que se podría remediar empleando la mayor parte de los obreros en el cultivo de las hectáreas que se rescatarían con el encauzamiento."

La región vitivinícola de la actual Castilla la Mancha se infectó de filoxera en la segunda década del siglo XX, es decir, unos años antes de este proyecto y, como menciona el párrafo anterior, las viñas de la zona de Moral de Calatrava se vieron afectadas por este insecto, procedente de América.

La foto siguiente muestra las hojas de una vid afectadas por la filoxera, aunque también afectaba a las raíces de la planta, provocando la muerte de la misma.

En el grabado siguiente se muestra el ciclo de la filoxera que, como se ve ataca a las raíces de las plantas. La forma alada se desplaza de unas vides a otras, infectando los alrededores.



La ventaja que se menciona en el aspecto social no llegó a producirse porque este proyecto no se llevó a cabo inmediatamente, sino que hubo que esperar más de 20 años para su ejecución debido, entre otras causas, a la guerra civil de 1936.

6.1.4. Descripción de la cuenca y constitución geológica del terreno

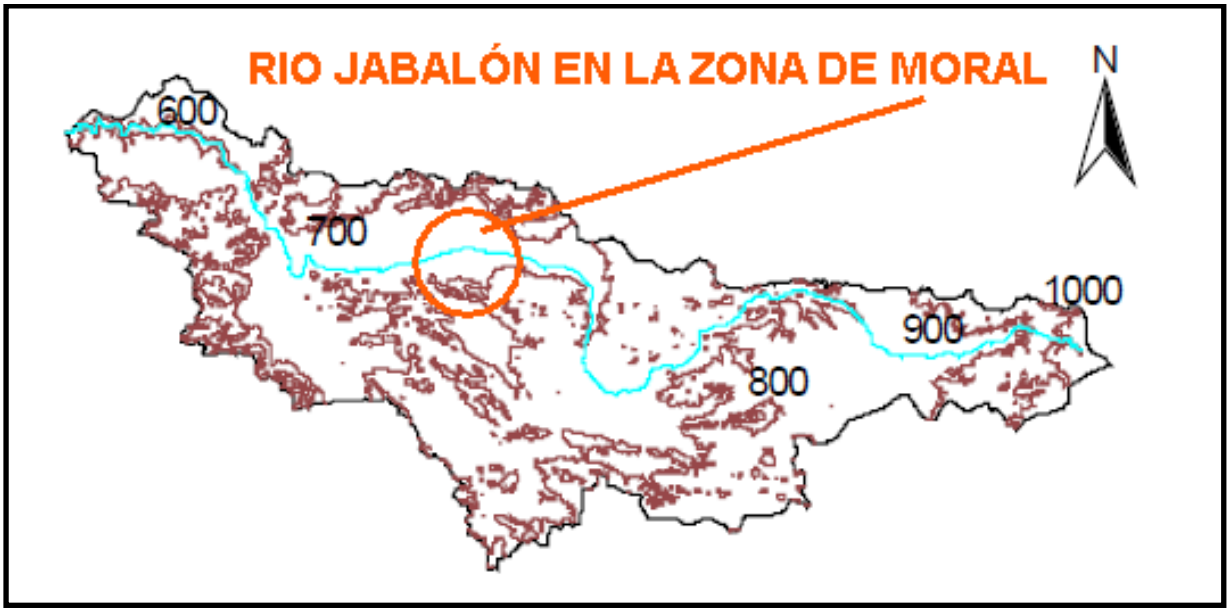
Aunque ya han sido mencionados los principales aspectos del río Jabalón en el primer artículo de esta serie, aquí se transcribe lo que aparece en el proyecto relacionado con la cuenca.

> *"El río Jabalón es un afluente del Guadiana por su margen izquierda. Nace en los ojos de Montiel y recorre hasta Moral de Calatrava 94 Kms, no teniendo en todo su recorrido ningún afluente de importancia. La extensión superficial de la cuenca es, aproximadamente, de unos 1.184 kilómetros cuadrados.*
>
> *En casi todo su recorrido, la poca pendiente del cauce y la pequeña elevación de las márgenes, hace que en muchísimos sitios, con anchuras*

mayores o menores, las excelentes vegas ribereñas se vean invadidas con las aguas de las avenidas, haciéndolas improductivas e insalubres."

En el mapa siguiente se muestra el tramo de río comprendido dentro del término de Moral. Como se puede ver, este es el tramo de río más horizontal, puesto que la distancia entre la cota de 800 metros de altitud y la de 700 metros es la mayor de todo su recorrido, justo donde se encuentra el término de Moral y, por tanto, con la menor pendiente de todo el rio.

De hecho, mientras que el desnivel medio de toda la cuenca es de 2.5 metros por cada kilómetro, en la zona de Moral el desnivel medio no llega a 2 metros por kilómetro. Hecho que facilita las inundaciones cuando se producen avenidas de cierta importancia.

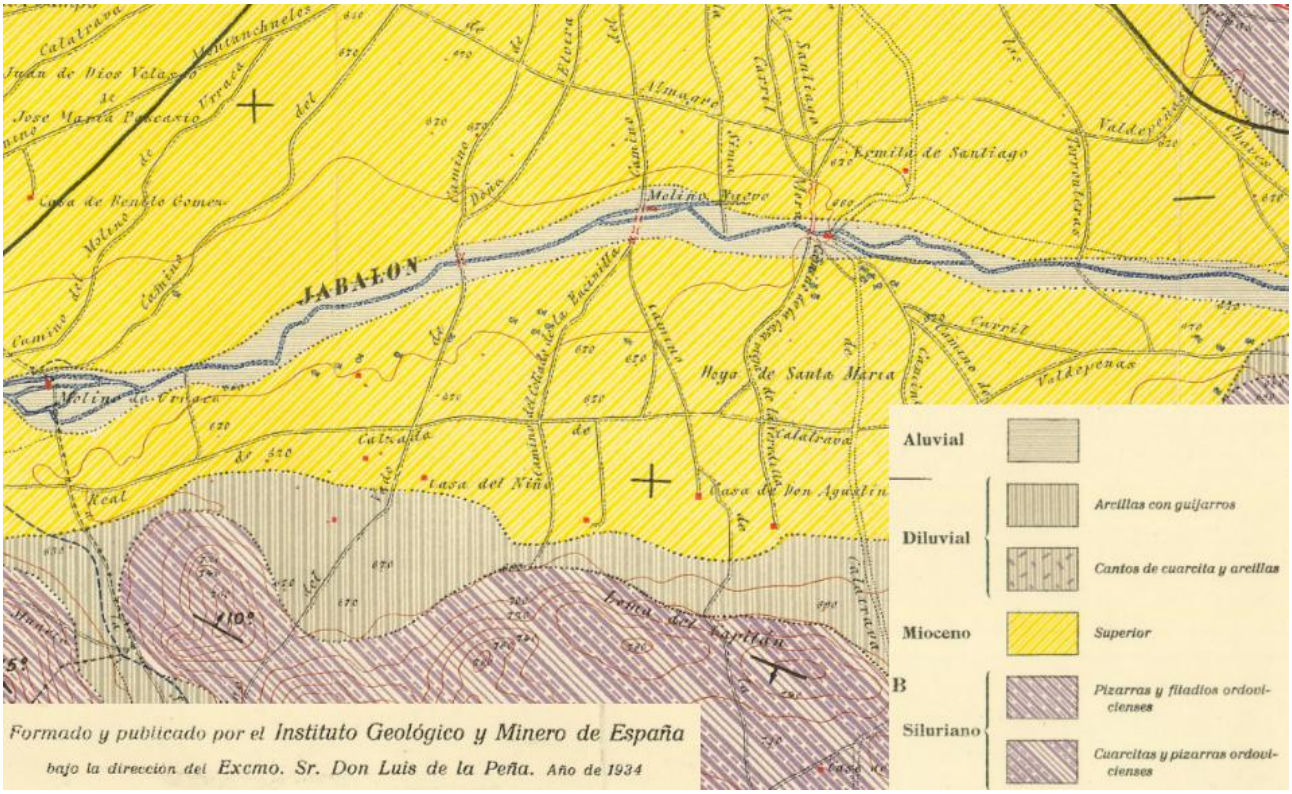


Los párrafos siguientes que se transcriben detallan la constitución geológica del terreno en la zona que nos ocupa.

> *"Pertenecen completamente las márgenes del rio Jabalón y los terrenos colindantes* ***en la zona objeto de este proyecto, al diluvial,*** *extendiéndose los terrenos de la margen izquierda hasta las estribaciones de Sierra Morena que forman parte de la gran mancha silúrica que abarca la mayor parte de la provincia de Ciudad Real, hasta sus límites con las provincias de Córdoba y Jaén.*
>
> *Los terrenos de la margen derecha, se extienden hasta la mancha de mioceno que hay también en la provincia.*
>
> *Los materiales se sacarán en su mayor parte de las faldas de Sierra Morena, con transportes medios de 5 kms por caminos de servidumbre de fincas."*

Con objeto de facilitar la comprensión de las descripciones que se hacen de los terrenos por donde transcurre el cauce del río, se muestra un detalle obtenido del mapa 811 correspondiente al Instituto Geológico y Minero de España, editado en 1934.

Se aprecia la curva que hace el rio dentro del término de Moral, cuyo punto de inflexión se encuentra en la zona donde estaba situado el antiguo Molino Nuevo.



Por otro lado, acudiendo al diccionario de la Real Academia Española, podemos ver las siguientes definiciones en sus acepciones relacionadas con la Geología.

> ***Aluvial.*** *Adjetivo de aluvión.*
>
> ***Aluvión.*** *Dícese de los terrenos que quedan al descubierto después de las avenidas, y de los que se forman lentamente por las variaciones en el curso de los ríos.*
>
> ***Diluvial.*** *Dícese del terreno constituido por enormes depósitos de materias sabulosas que fueron arrastradas por grandes corrientes de agua.*
>
> ***Sábulo.*** *Arena gruesa y pesada.*
>
> ***Sabuloso, sa.*** *Que tiene arena o está mezclado con ella.*

Finalmente decir que tanto la Mancha Silúrica como el Mioceno corresponden a periodos de hace millones de años

6.1.5. Zona que se proyecta encauzar y perfil longitudinal

Aquí se aprecia la inquietud o necesidad que existía en toda la comarca para efectuar el encauzamiento del rio Jabalón.

En este párrafo se menciona el plano general del rio en el término de Moral, el cual se verá en otro artículo copiado del proyecto original, aunque lógicamente reducido para poder insertarlo dentro de este formato.

> *"La Orden de la Superioridad, limita el estudio del encauzamiento al término de Moral de Calatrava, que es lo que hemos ejecutado, dejando fuera de él los malecones del abocinamiento de entrada, que los hemos proyectado en el término de Valdepeñas por ser más económicos si se llegan a hacer, lo que esperamos que no, porque estando solicitado y ordenado su estudio del encauzamiento del río Jabalón en el término municipal de Valdepeñas desde el término municipal de Torrenueva hasta el término municipal de Moral de Calatrava, se unirán los dos encauzamientos, haciendo innecesario dicho abocinamiento.*
>
> *La traza del encauzamiento, que se ve en el plano general, la hemos proyectado adaptándola lo más posible a la actual del río, evitando solamente las grandes hoces de él, con lo que obtenemos economía con las dos disposiciones en la primera por ahorrarnos excavación y en la segunda por ser más corta la longitud del encauzamiento."*

En los párrafos que siguen se encuentran algunos datos para el diseño del perfil que ha de seguir el cauce, incluyendo los saltos necesarios para que el agua mantenga una velocidad más o menos uniforme en todo su recorrido. Esto último se consigue por medio de la pendiente asignada y de los saltos incluidos dentro del recorrido por este término municipal.

> *"Se ha adoptado una pendiente única para la rasante del encauzamiento de 0.0003 la que se ha fijado como resultado del estudio de la sección adoptada y sobre todo de las máximas velocidades admisibles para que no sean de temer socavaciones.*
>
> *Presentándose en este encauzamiento también el problema de sanear las vegas, ya que la altura que adquiere el agua en ella es casi la del cauce, hemos procurado al trazar la rasante que, como mínimo, vaya en desmonte la sección para las avenidas ordinarias.*
>
> *Se ha proyectado un tipo único de salto de 2 metros de altura, con lo que obtenemos el mayor saneamiento de la vega y economía, porque nos evitamos el tener que revestir la mayor parte del canal por el aumento*

de velocidad del agua que se produce en ellos, cualquiera que sea su altura."

La forma y configuración de los saltos de agua se verán en algunas fotos incluidas en otro subapartado del artículo siguiente de esta serie.

6.1.6. Capacidad del encauzamiento

Se incluye aquí de nuevo la tabla con los caudales máximos diarios medidos en la estación de aforamiento que existía en Granátula de Calatrava porque se hace mención en este apartado a los mismos, al haber servido de base de estudio para diseñar la sección del cauce del rio.

Como ya ha sido mencionado, esta estación de aforamiento se encuentra sumergida actualmente dentro del embalse Vega del Jabalón.

El Anejo 2 que menciona el proyecto contiene, lógicamente, datos similares a los que aparecen en esta tabla.

Caudales maximos medios diarios mensuales en m3/seg
Estación de aforamiento 4931 El Aragones (Granátula de Calatrava)

NOTA: El valor -100.0 indica que no existe dato.

Año	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Máximo
1913-14	-100.0	-100.0	-100.0	0.9	-100.0	0.1	0.1	1.3	-100.0	0.0	0.0	0.0	-100.0
1914-15	0.0	0.0	2.6	-100.0	-100.0	-100.0	-100.0	-100.0	-100.0	0.2	-100.0	-100.0	-100.0
1915-16	0.1	0.2	1.6	0.2	2.0	-100.0	0.9	0.2	3.1	0.1	0.0	0.0	-100.0
1916-17	0.1	0.1	-100.0	3.4	-100.0	-100.0	3.4	-100.0	8.4	1.3	-100.0	-100.0	-100.0
1917-18	-100.0	-100.0	-100.0	-100.0	-100.0	-100.0	3.4	2.3	-100.0	-100.0	-100.0	-100.0	-100.0
1918-19	-100.0	-100.0	-100.0	-100.0	6.0	1.3	5.0	0.2	-100.0	-100.0	-100.0	-100.0	-100.0
1919-20	-100.0	0.2	0.3	4.4	4.8	4.6	4.4	2.8	3.1	-100.0	-100.0	-100.0	-100.0
1920-21	-100.0	-100.0	1.3	0.4	1.0	1.2	0.8	7.6	8.6	-100.0	-100.0	-100.0	-100.0
1921-22	1.0	0.5	8.6	0.8	1.4	2.9	1.7	0.8	2.9	0.3	0.0	0.0	8.6
1922-23	0.0	0.5	2.9	1.4	2.9	5.5	2.9	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	5.5
1923-24	0.0	0.5	1.7	1.0	2.9	-100.0	30.0	1.7	-100.0	-100.0	-100.0	-100.0	-100.0
1924-25	-100.0	-100.0	1.7	0.5	5.5	5.5	1.4	0.1	4.9	0.2	0.0	0.0	-100.0
1925-26	0.0	0.0	30.0	7.0	30.2	2.9	2.9	3.9	0.8	0.0	0.0	0.0	30.2
1926-27	4.4	30.2	25.3	30.2	16.4	12.2	2.1	7.3	0.5	0.0	0.0	0.0	30.2
1927-28	2.5	2.9	-100.0	10.4	2.7	19.1	16.1	14.2	1.3	0.7	0.1	0.0	-100.0
1928-29	1.5	7.2	0.9	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	1.1	0.0	0.0	0.7	7.2
1929-30	1.1	0.4	0.7	1.5	1.2	1.2	0.4	0.3	0.3	0.7	0.0	0.0	1.5
1930-31	0.0	0.2	0.4	0.8	0.4	1.3	0.8	0.5	0.2	0.0	0.0	0.0	1.3
1931-32	0.2	0.6	0.0	-100.0	0.2	0.4	0.8	0.4	-100.0	-100.0	-100.0	-100.0	-100.0
1932-33	-100.0	-100.0	-100.0	0.2	1.2	2.2	1.8	0.3	0.4	0.0	0.0	0.0	-100.0
1933-34	0.0	0.0	0.7	0.6	0.2	0.8	1.2	1.0	0.2	0.0	0.0	0.0	1.2
1934-35	0.0	0.0	0.4	0.3	0.2	0.8	0.1	0.8	0.2	0.0	0.0	0.0	0.8
1935-36	0.0	1.1	1.2	0.9	0.9	0.8	0.1	0.7	0.1	0.1	0.1	0.0	1.2
1936-37	0.0	0.3	0.1	31.9	26.0	31.2	7.1	4.5	2.4	0.5	0.0	0.0	31.9
1937-38	34.4	54.4	22.3	3.6	2.6	1.3	2.6	3.9	0.3	0.0	0.0	0.0	54.4
1938-39	0.0	0.0	0.0	-100.0	-100.0	0.8	-100.0	-100.0	-100.0	-100.0	-100.0	-100.0	-100.0
1939-40	22.9	22.3	9.9	33.4	25.1	2.9	2.2	-100.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-100.0
1940-41	0.0	5.8	0.6	29.9	50.4	12.1	14.4	27.7	9.7	7.4	0.2	0.1	50.4
1941-42	0.3	1.3	0.8	1.1	1.5	9.3	8.3	8.1	0.3	0.0	0.0	0.0	9.3
1942-43	0.3	0.8	0.8	0.8	0.5	1.5	1.3	1.0	0.1	0.0	0.0	0.0	1.5
1943-44	0.0	0.1	0.2	0.1	4.6	6.1	0.2	0.0	8.7	0.0	0.0	19.2	19.2
1944-45	0.2	0.0	0.0	9.7	2.2	1.1	0.3	0.0	2.2	0.0	0.0	0.0	9.7
1945-46	0.0	0.0	9.7	2.6	1.7	7.4	17.3	16.4	2.4	0.8	0.0	0.0	17.3
1946-47	0.0	0.1	3.1	8.1	47.5	50.4	18.3	3.4	3.1	23.9	20.8	16.0	50.4
1947-48	18.0	9.7	13.0	8.1	9.3	6.5	6.5	30.0	6.5	2.2	0.0	0.0	30.0
1948-49	5.4	3.7	6.8	4.6	4.2	4.4	2.4	10.8	9.9	0.0	0.0	0.0	10.8

"El caudal para el que hemos fijado la sección del encauzamiento, lo hemos deducido de los aforos practicados en el río Jabalón en el término de Granátula durante el periodo de tiempo comprendido entre los años 1914 y 1932.

En el Anejo número 2 figura un estado que comprende los diferentes caudales que han discurrido por el Jabalón desde el año 1914 y el número de días de cada caudal; vemos que en estos años únicamente en 3 días los caudales han estado comprendidos entre 30 y 40 metros cúbicos, indicando en uno que la escala estaba cubierta de agua.

Vemos, además, en el citado anejo, que el 95,78% del tiempo, el caudal es inferior o igual a los 5 mts cúbicos por segundo para lo que se ha calculado la sección intermedia y el 60% del tiempo el caudal es inferior o igual a los 0,252 mts cúbicos por segundo para lo que se ha calculado la sección pequeña.

Para fijar el caudal, tenemos también en cuenta el encauzamiento efectuado en la finca de Montanchuelos, el que, teniendo en cuenta el doble fin de sanear los terrenos y encauzar las aguas del río, ha construido una sección trapecial excavada en desmonte toda ella, hasta el nivel del agua.

El caudal para lo que es capaz dicha sección es el que sigue:

Sección $S = \frac{7+10,8}{2} * 3,5 = 31,15\ m^2$

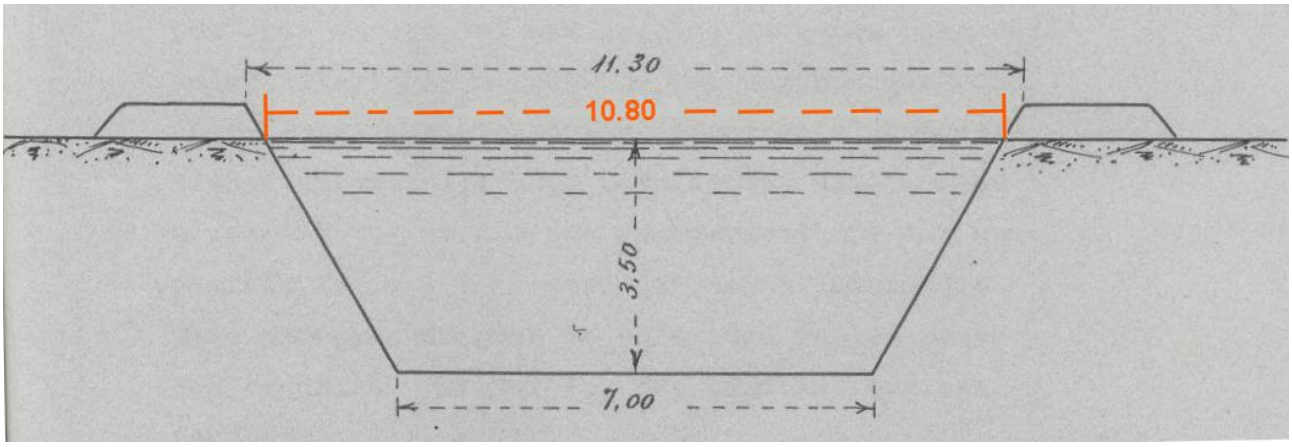
Perímetro $P = 7 + 2 * \sqrt{3,5^2 + 1,9^2} = 14,96\ m$

Radio hidráulico $R = \frac{31,15}{14,96} = 2,08\ m$

Velocidad $V = \frac{87*2,08}{\sqrt{2,08+1,30}} * \sqrt{0,0005} = 1,47\ m/s$

Caudal $Q = 31,15 * 1,47 = 45,79\ m^3/s$

El plano que aparece en el proyecto, correspondiente al tramo de rio en la zona de Montanchuelos es el que se muestra a continuación, sobre el que he marcado en rojo la anchura máxima de agua a nivel del suelo, que, por otra parte es la que utiliza el ingeniero de proyecto para hacer los cálculos.



Las fotos siguientes muestran el río Jabalón al inicio de la zona de Montanchuelos, en su recorrido por la misma, así como uno de los malecones, o protecciones, y el puente conocido como de Montanchuelos, hoy desaparecido después de una importante riada acaecida en el año 2009, después de 150 años de existencia.

Volviendo a la memoria del proyecto, al intentar, por mi parte, contrastar el resultado de los cálculos anteriores han aparecido un par de errores en el cálculo de la velocidad y, como consecuencia, en el caudal de paso. Esto se debe a que la fórmula de Henri Bazín no está utilizada correctamente, puesto que en lugar de la que aparece en el proyecto

$$C = \frac{87 * R}{\sqrt{R + Cr}}$$

Se debe utilizar la correcta, que es:

$$C = \frac{87 * \sqrt{R}}{\sqrt{R} + Cr}$$

Para averiguar el valor correcto he tenido que recurrir a los cálculos de movimiento de agua en canales, según los cuales, y por las constantes usadas en este proyecto, se ha utilizado la fórmula fundamental que viene dada por la expresión general de la ecuación de continuidad:

$$(Caudal)\ Q = (Sección)\ S * (Velocidad)\ V$$

Donde la velocidad es función del coeficiente (C), el radio (R) y la pendiente (I).

$$V = C * \sqrt{R * I}$$

Para calcular el valor de "C" se utiliza la fórmula de Bazin, según la cual:

$$C = \frac{87}{1 + \frac{Cr}{\sqrt{R}}}$$

El coeficiente de rugosidad (Cr) para canales tiene un valor de 1,30, tal como aparece en el proyecto de forma correcta.

Como ya se ha visto, la pendiente media en este tramo del rio es de 2,5 m/km, esto da un valor para la pendiente (I) de 0,0025 m/m.

Recolocando términos, la fórmula anterior queda como:

$$C = \frac{87 * \sqrt{R}}{\sqrt{R} + Cr}$$

En lugar de la utilizada en los cálculos anteriores.

Por otro lado se tiene que $\sqrt{R * I}$ = $\sqrt{2{,}08 * 0{,}0025} = \sqrt{0{,}0005}$, valor que si corresponde con los cálculos mostrados.

Desarrollando el cálculo con los datos del proyecto se tiene que la velocidad:

$$V = \frac{87 * 2{,}08}{\sqrt{2{,}08 + 1{,}30}} * \sqrt{0{,}0005} = 2{,}19\ \ m/s$$

en lugar de 1,47 m/s que aparece como resultado, lógicamente incorrecto.

El cálculo real nos daría un caudal de:

$$Q = 31{,}15 * 2{,}19 = 68{,}21 \ m^3/s$$

en lugar de los 45,79 m^3/s que aparece en el proyecto de forma incorrecta.

Aplicando correctamente las fórmulas, nos queda lo siguiente

Velocidad $V = \frac{87*\sqrt{R}}{\sqrt{R}+Cr} * \sqrt{R * I} = \frac{87*\sqrt{2{,}08}}{\sqrt{2{,}08}+1{,}30} * \sqrt{0{,}0005} = 1{,}02 \ m/s$

Caudal $Q = 31{,}15 * 1{,}02 = 31{,}77 \ m^3/s$

Caudal bastante inferior al que aparece en el proyecto, aunque, como ya se ha visto, este cálculo corresponde al encauzamiento del rio en el tramo correspondiente a Montanchuelos.

A pesar de este error que aparecer en el proyecto, al diseñar el cauce para el término de Moral fueron aplicadas correctamente las fórmulas, tal como se verá más adelante.

El proyecto para el encauzamiento en el término de Moral continúa como sigue.

> *"La capacidad que damos al encauzamiento es de 42,016 m^3 por segundo, que es superior a la máxima riada registrada de 30 m^3 en 12 m^3, con lo que creemos suficientemente prevista la posibilidad de una superior riada a la máxima aforada y más si se tiene en cuenta que esta capacidad se obtiene quedando la lámina de agua 0,50 mts por debajo de la coronación de los malecones del encauzamiento."*

6.1.7. Sección adoptada

En este apartado se contempla el diseño del cauce, para el cual ha considerado el ingeniero de proyecto tres secciones diferentes, encaminadas a que, tanto con muy pequeños caudales como con grandes, siempre exista velocidad suficiente para que no se produzcan sedimentaciones.

> *"Teniendo en cuenta lo anteriormente expuesto, hemos adoptado una sección cuya capacidad es de 42,016 m^3 por segundo cuando la lámina de agua queda 0,50 metros por debajo de la coronación de los malecones del encauzamiento.*
>
> *La forma de sección adoptada es la compuesta por tres cauces, el más pequeño es capaz para caudales inferiores a 0,250 m^3 por segundo que como hemos dicho anteriormente, discurre el 60% del tiempo durante los años estudiados. Este cauce en realidad no es más que consecuencia*

de dar una pequeña forma a la solera del cauce intermedio para aumentar un poco la velocidad de los pequeños caudales y evitar las más posibles sedimentaciones.

El cauce intermedio es capaz para un caudal de 4,909 m^3 por segundo que, como decimos antes, discurre el 95,78% del tiempo durante el periodo de años estudiado.

Las dimensiones que hemos dado son las que siguen: ancho en la base del cauce menor 1,50; altura del mismo 0,35 y taludes de 2,50 metros de base por 0,35 mts de altura; el cauce intermedio tiene de ancho en la base 6,50 metros, altura 0,90 metros y taludes de 1,50 metros de base por 1,00 metros de altura y la sección del cauce mayor tiene 25,20 metros de ancho en la base, altura de agua 1,90 metros, taludes los mismos que los de la sección anterior; el ancho de la coronación de los malecones, es de 2 metros y los taludes exteriores iguales a los interiores.

Con estas dimensiones tendremos:

<u>Sección de agua bajas:</u>

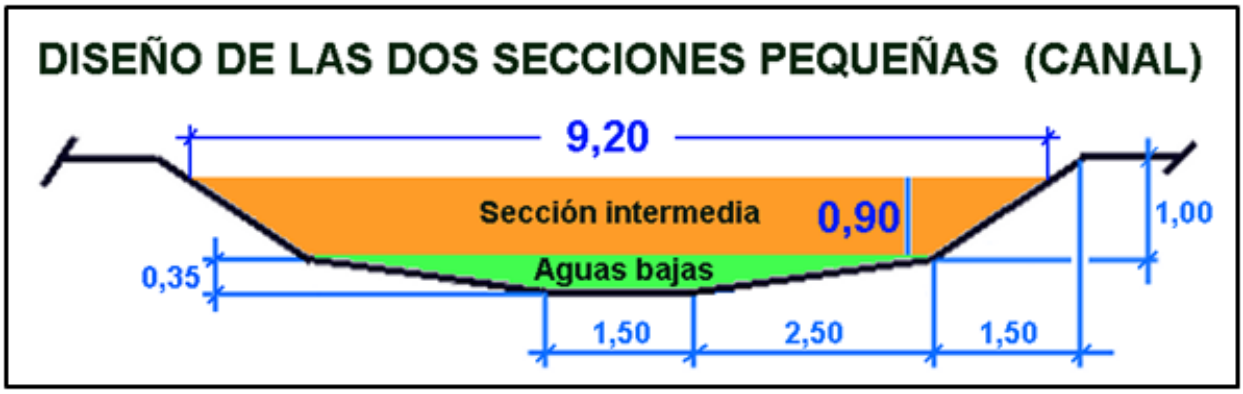
S = 1,40 m^2
P = 6,54 m — *Velocidad V = 0,18 mts por segundo*
R = 0,214 m — *Caudal Q = 0,252 m^3 por segundo*
I = 0,0003 m

<u>Sección intermedia:</u>

S = 8,465 m^2
P = 9,78 m — *Velocidad V = 0,58 mts por segundo*
R = 0,860 m — *Caudal Q = 4,909 m^3 por segundo*
I = 0,0003 m

Las dos secciones diseñadas en el proyecto son las que aparecen en el dibujo que se muestra a continuación, las cuales las he dibujado aplicando tanto las dimensiones como el resto de parámetros que figuran en estos dos últimos bloques de datos, El conjunto de estas dos secciones es lo que se puede considerar como canal dentro del cauce completo del río.

Todos los cálculos que aparecen a continuación los he realizado para contrastar los valores finales que aparecen en el proyecto, puesto que en el mismo no se muestran los cálculos intermedios.



Para el cálculo de la zona de aguas bajas, al tener el talud una base de 2,50 m y una altura de 0,35 m, se obtiene una longitud para la pared (hipotenusa) del talud:

$$Pared = \sqrt{2{,}50^2 + 0{,}35^2} = 2{,}52\ m$$

Esto nos da un perímetro de: $1{,}50 + 2{,}52 + 2{,}52 = 6{,}54\ m$

Y una sección de: $0{,}35 * (1{,}50 + 6{,}50)\ /\ 2 = 1{,}40\ m^2$

Ambos valores coincidentes con los que aparecen en el proyecto.

En cuanto a la sección intermedia, teniendo en cuenta que los cálculos del proyecto están hechos para una altura de agua de 0,90 metros, el tramo horizontal del talud pasa a ser de 1,35 metros en la zona considerada húmeda. El tramo total hasta la parte superior es de 1,50 metros, tal como aparece en el dibujo anterior.

Al aplicar el mismo procedimiento que para el caso anterior se obtienen los siguientes valores:

$$Pared\ húmeda\ del\ talud = \sqrt{1{,}35^2 + 0{,}90^2} = 1{,}62\ m$$

Esto nos da un perímetro de: $1{,}50 + 2{,}52 + 2{,}52 + 1{,}62 + 1{,}62 = 9{,}78\ m$

Y una sección húmeda de: $0{,}90 * (9{,}20 + 6{,}50)\ /2 + 1{,}40 = 8{,}465\ m^2$

Ambos valores también coincidentes con los que aparecen en el proyecto

Como se puede ver, al aplicar correctamente las fórmulas que se han visto anteriormente todos los resultados que aparecen en el proyecto para el término de Moral de Calatrava están de acuerdo con la del cálculo de velocidad en función de la fórmula debida al francés Henri Bazin.

$$C = \frac{87 * \sqrt{R}}{\sqrt{R} + Cr}$$

Anteriormente se ha visto que el coeficiente de rugosidad (Cr) para canales tiene un valor de 1,30. Utilizando como ejemplo el diseño de la sección intermedia, al aplicar los datos se tiene que:

$$V = \frac{87*\sqrt{R}}{\sqrt{R}+Cr} * \sqrt{R * I} \ = \ \frac{87*\sqrt{0,86}}{\sqrt{0,86}+1,30} * \sqrt{0,86 * 0,0003} = 0,58 \ m/s$$

Y como consecuencia,

$$Q = 8,465 * 0,58 = 4,909 \ m^3/s$$

Que son los que aparecen en el proyecto.

Por otro lado, como se verá en otro artículo de esta serie, aunque al desarrollar años después el trabajo se hicieron algunas modificaciones en cuanto a dimensiones, el concepto general permaneció tal como se encuentra en este proyecto. Como ejemplo, la foto siguiente muestra este canal con agua visto desde el puente de Santiago. Lo que realmente ha desaparecido es la zona de aguas bajas dentro del canal debido al ensuciamiento ocasionado por el paso de los años y la falta de mantenimiento.

A continuación se muestra otra foto en la que aparece el cauce del rio con el canal, foto tomada desde el puente conocido como Puenterrota, aguas arriba del de Santiago por el que atraviesa el rio la carretera hacia Santa Cruz de Mudela.

Como se puede ver, sería necesario realizar una buena labor de limpieza para evitar posibles inundaciones en caso de presentarse una época de lluvias, porque a pesar de estar realizado el encauzamiento para que no se produzca desbordamiento del mismo, debido a la maleza se reduce mucho la velocidad del agua, dando lugar al mismo.

Las dimensiones que aparecen para la sección completa, diseñada para el cauce del río, son los mostrados en los párrafos anteriores, por medio de las cuales el ingeniero de proyecto obtiene los siguientes valores:

Sección completa:

S = 46,685 m²

P = 30,70 m

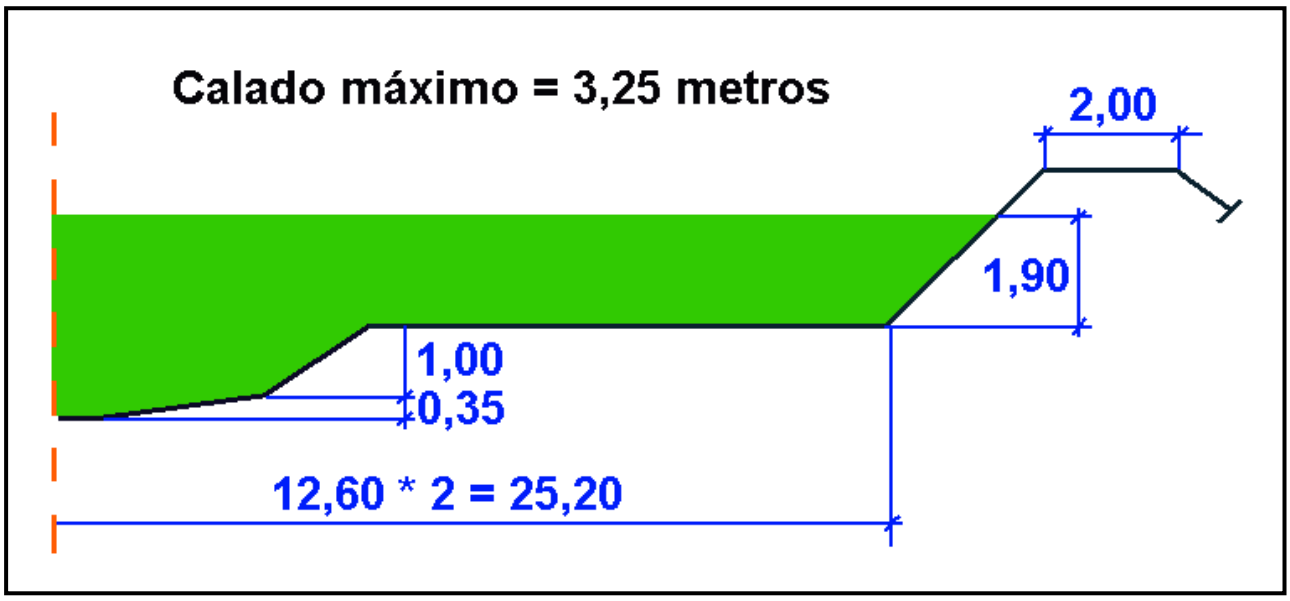
R = 1,520 m

I = 0,0003 m

Velocidad V = 0,90 mts por segundo

Caudal Q = 42,016 m³ por segundo

Así como en las dos secciones anteriores, la de aguas bajas y la intermedia coinciden todos los cálculos teniendo en cuenta las dimensiones de profundidad, taludes, etc., en esta sección, denominada completa, debe existir algún error mecanográfico en el texto original, puesto que tomando las dimensiones dadas no coincide con la superficie calculada y al revés, tomando la sección no coinciden las dimensiones. En cualquier caso, de lo que se trata es de conocer el alcance del proyecto, por lo que considero que es correcta la sección que aparece en los datos anteriores.



Por mi parte he dibujado el semiperfil del cauce completo en función de los datos, aunque, como se ha mencionado anteriormente, en el proyecto reformado, que se verá en otro artículo, fueron modificadas algunas dimensiones durante la obra.

Seguimos con la transcripción de la memoria del proyecto.

> *"La pendiente adoptada en todos los tramos del encauzamiento es de 0,0003 mts en todo el encauzamiento, menos en los 293,38 m de él que están situados en el término municipal de Granátula de Calatrava, en los que se ha dado la pendiente del cauce ya existente que afluya al encauzamiento ya ejecutado de la finca de Montanchuelos.*
>
> *Para conseguir la pendiente, hemos tenido necesidad de proyectar 8 escalones de 2 metros de altura y así pierde el exceso de pendiente que el rio tenía en esta parte.*
>
> *Las velocidades del agua vemos que son de tal orden que no hay que temer socavaciones en las márgenes, pues suponiendo la sección completa, la velocidad máxima calculada para las riadas es de 0,90 metros por segundo.*
>
> *En el último tramo aumenta la velocidad, pero no es de cuidado, porque las márgenes estarán defendidas por el arbolado que hay plantado en la entrada a la finca de Montanchuelos."*

Se supone que el arbolado de aquella época estaba más tupido que el actual.

En el artículo siguiente terminará la transcripción de la memoria de este proyecto, quedando además otros documentos que se incluirán para completar esta serie de artículos.