

PROYECTO

DE

OBRAS DE DEFENSA

CONTRA LAS INUNDACIONES

EN EL

VALLE DEL SEGURA

TOMO I.

MEMORIA

INGENIEROS:

DON RAMON GARCIA y DON LUIS GAZTELU

AÑO 1886

at 13 at



MURCIA.

TIP. DE LAS PROVINCIAS DE LEVANTE.

1887.

COMISION FACULTATIVA
PARA EL ESTUDIO DE LAS REFORMAS

FORMAS

DE

PROYECTO DE LEY

REFORMA

DE LAS LEYES

BIBLIOTECA REGIONAL
MURCIA

DE

LA LEY

DE

LA LEY

DE

LA LEY

DE

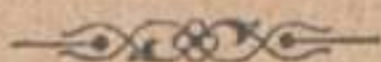
LA LEY

DE

COMISIÓN FACULTATIVA
PARA EL ESTUDIO DE LAS INUNDACIONES
Y FORMACION

DEL

PROYECTO DE DEFENSA



INGENIERO-JEFE:

DON RAMON GARCIA HERNANDEZ

INGENIERO:

DON LUIS GAZTELU MARITORENA

AYUDANTES:

DON JORGE PASTOR Y BENEDICTO.

» JULIO GARCIA PRETEL.

» OSCAR SAEZ SANTA MARIA.

» MARTIN LAFITA Y CASAS.

» JUAN GUTIERREZ BLANCHON.

» EDUARDO GUTIERREZ CABIEDES.

AL PÚBLICO.

Esta obra, que seguramente causará una gran
impresión en los hombres que piensan en el por-
venir de nuestra España, está editada ante los
ojos del sentimiento público, que conmovido
por los desastres de las inundaciones de Levante,
se muestra interesado en su remedio.
El Ayuntamiento de Murcia, otras corporacio-
nes locales, y otros particulares que detallada-
mente se nombran en el preámbulo, subvencionan
y apoyan esta edición, emprendida además con
un propósito más elevado e humanitario, para que
esta institución nos ha remitido el libro ingenuo
D. Ramon Garcia, como exposición de su criterio
sobre el más importante problema que nos ocupa.
La modesta edición que ofrecemos al público
no corresponde a la excepcional importancia de

AL PÚBLICO.

ESTA obra, que seguramente causará una grata impresión en los hombres que piensan en el porvenir de nuestra España, está editada ante los estímulos del sentimiento público, que conmovido por los desastres de las inundaciones de Levante, se muestra interesado en su remedio.

El Ayuntamiento de Murcia, otras corporaciones oficiales, y varios particulares que detalladamente se consignarán por separado, subvencionan y apoyan esta edición, enriquecida además con un prólogo sobre riegos é inundaciones, que á nuestra instancia nos ha remitido el ilustre ingeniero D. Ramón García, como exposición de su criterio científico en el hondísimo problema que nos ocupa.

La modesta edición que ofrecemos al público, no corresponde á la excepcional importancia de

la obra: por ello pedimos perdón, seguros de merecerlo, siquiera sea por nuestro patriótico deseo de que el país conozca el camino de su salvación, y que nuestra amada pátria recoja el fruto del esfuerzo de sus buenos hijos.

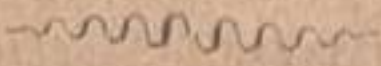
No queremos dejar de consignar en aras de la justicia, que Murcia debe en primer término los estudios facultativos para verse libre de las inundaciones, al eminente hombre público D. Antonio Cánovas del Castillo, que con tanto entusiasmo ayuda á esta empresa colosal, la mas beneficosa y humanitaria que puede acometerse en el presente siglo.

Quede consignado en esta obra, que consideramos inmortal, la gratitud de este pueblo hácia tan insigne patricio, y quiera Dios que no sea estéril esta semilla que nos apresuramos á arrojar al patriotismo y á la sabiduría de nuestros hombres públicos.

Murcia 1.º Agosto 1887.

El Editor.

Consideraciones generales sobre los riegos e inundaciones.



I.

Construidos y en explotación nuestros principales caminos de hierro, y en construcción adelantada todos los que con aquellos forman nuestra red de primer orden; hechas también gran número de carreteras del Estado ó de las provincias, sino hemos llegado en nuestras comunicaciones interiores al grado de progreso en que se encuentran las naciones mas civilizadas, no puede negarse que en un período relativamente corto, los poderes que se han sucedido han hecho lo posible, dentro de los recursos que de nuestro presupuesto han podido destinarse á tan preferente servicio.

La riqueza pública, cuyo desarrollo está hoy íntimamente ligado á la facilidad de las comunicaciones y de los trasportes, ha tomado un vuelo que no puede desconocerse, y sin las civiles discordias que por tantos años han devastado nuestro país é inutilizado los principales elementos de producción, el público hubiera visto de una manera aun mas palpable, la trascendental influencia que en el bienestar general han ejercido nuestras vias de comunicación.

• Pero en este risueño cuadro hay una sombra que debe

desaparecer. España, la nación agrícola por excelencia, la que por sus variados climas es apta para producir casi todos los frutos del globo, la que por su claro cielo y su ardiente sol, podría y debiera ser un vergel en Europa y ahí están para prueba las magníficas huertas de Valencia y Murcia, y las feraces campiñas de Granada, Zaragoza y otras mil; es realmente un verdadero páramo, donde el Sol, ese magestuoso presente de la Providencia, que todo lo atrae y vivifica como fuente única de vida y movimiento, todo lo agosta y lo destruye; donde tiene lugar en toda su triste realidad el célebre axioma de Gasparín. «Sol menos agua, igual desolación.»

Es pues necesario, que esta situación termine de una vez, y que nuestra producción se eleve al grado de que es susceptible, para lo cual el aprovechamiento de las aguas debe estudiarse y emprenderse de una manera enérgica y decidida, dando á nuestras vías el alimento de que carecen, trabajo al bracero, confianza al labrador, porvenir á la juventud que obstruye y entorpece la administración pública, y amor á la campiña desierta hoy, con gravísimo daño de la riqueza general y aun de las costumbres públicas y privadas.

Comprendiendo esto así, nuestros gobiernos se han ocupado recientemente de la resolución de este capital problema, y tras una laboriosa gestación, ha aparecido una ley de Canales y pantanos, que, fuerza es decirlo, á la vez que promete beneficios á las empresas de riego, tales dificultades las crea, en semejantes exigencias envuelve el asunto, que bien puede asegurarse serán escasos los riegos que de ella emanen y que sean realmente serios ó útiles al país.

Ciñéndonos por el momento á describir la situación actual, diremos, que secos nuestros rios en su mayoría, durante el verano, carecen del agua necesaria para regar convenientemente nuestras vegas; que estas, cuyo valor representa un capital enorme, sino improductivas, ni dan el fruto que debieran, ni la seguridad que exige el gasto que lleva consigo su esmerado cultivo; que los rios, debido á multitud de

cáusas que no son del momento, son alternativamente grandes y secos arenales, ó el lugar por donde una corriente furiosa, al bajar de abruptas y peladas montañas, siembra por todas partes el espanto y la destrucción.

¡Cuánta riqueza perdida! ¡Cuánta vida amenazada! ¡Cuánta producción comprometida! ¡Cuánta energía, en fin, vemos pasar á nuestra vista para engolfarse esterilmente en los abismos de los mares que nos rodean! Y esto sin pensar que la moderna física mira á esta como el origen de todas las prosperidades; sin hechar quizá de ver, que con sus grandes y modernos adelantos, la transforma de mil maneras y así llegará en breve á trasportarla á centenares de kilómetros, haciendo de los grandes centros de población, verdaderos focos de las innumerables energías esparcidas en las inaccesibles crestas de las montañas, ó en las asperezas de los desfiladeros.

Compréndese que Inglaterra, Bélgica, Alemania y otras naciones esencialmente fabriles y comerciales, allí donde las lluvias son excesivas y el sol aparece rara vez, comprendese, repito, que su atención la hayan fijado principalmente en las vías de comunicación; era esta su primera y mas apremiante necesidad y á ella debieron atender con preferencia, pero nosotros al copiar literalmente á esos paises, hemos olvidado que cada uno tiene su carácter, sus condiciones y sus necesidades propias, y que todas ellas deben en las aplicaciones, tenerse muy en cuenta si se quiere que los adelantos puedan con facilidad asimilarse, y que los múltiples elementos que constituyen ó desarrollan la producción, se fundan y apoyen mutuamente, dando por resultado la vida robusta de todos y de cada uno.



II.

Un escritor francés ha dicho, que el territorio de la península se compone de estrechas y largas fajas muy productivas situadas al borde de los rios; y de extensas superficies cubiertas apenas por una vegetación raquítica, que la falta de aguas y el gran calor destruye la mayor parte de los años.

Quizá haya exageración en esta apreciación agricola de nuestro territorio; y desde luego puede afirmarse que es falsa en lo que se refiere á los vertientes occéanicas, pero si la comparamos con la nación vecina, tendremos que confesar que nuestros campos están bien distantes de aquella eterna verdura y en la que se advierte al momento una riqueza y bienestar dignos de envidia.

Y esto es tanto mas estraño, cuanto que debemos confesar que así las condiciones de nuestro territorio, y nuestro clima, como las aptitudes de nuestro pueblo para esta clase de trabajo, son incomparablemente mas ventajosas, y buena prueba de ello es, que tienen que buscar en las provincias de Levante brazos españoles, sin cuya resistencia y práctica

en el cultivo, fuera difícil el desarrollo de la agricultura en la colonia argelina.

Causas muy poderosas deben existir para producir ese fenómeno, y entre todas ellas las mas poderosas han sido, á no dudar, la falta de lluvias y la de agua en los rios, que es su consecuencia inmediata.

¿Qué diferencia esencial, tangible, hay entre las vegas y los eriales? El riego. ¿Y qué elementos son necesarios para aplicarlo? El agua y además los que se indicarán en lugar oportuno. ¿Pero tienen agua nuestros rios? No, y á demostrar este aserto, al menos para los tributarios del Ebro, tiende este artículo.

Sin detenido exámen, se ha esparcido en el país, la creencia de que los rios llevan un caudal abundante, que va á perderse en los mares, sin haber dejado á su paso sino un escaso beneficio. No puede negarse este hecho, que hablando en absoluto es cierto, pero conviene estudiar la manera como se verifica, no para excusar nuestra incuria que en tal materia raya en lo increíble, sino para esplicar las leyes á que obedece y deducir de ellas los procedimientos que deben ponerse en práctica para sacar de las aguas el fruto conveniente.

El agua que en distintas formas cae sobre la tierra, se distribuye en ella de variadas maneras, por medio de las cuales y mediante evoluciones diferentes, vuelve de nuevo á la atmósfera ó á los mares de que proviene.

Así, el calor solar evapora una parte, otra es absorvida por las plantas, aquella se filtra en el terreno y la mas voluminosa de todas corre por la superficie y se reúne en los cáuces naturales.

La que corre por la superficie, halla pocas dificultades en su marcha, se reúne con facilidad en los valles, y dá lugar á las avenidas, tanto mas violentas, cuanto mayores son las pendientes del terreno y menor su permeabilidad á los obstáculos que ofrece el paso del agua, mientras que la filtrada, bien por que forma depósitos inferiores que se vacían lentamente, ó por el largo y tortuoso camino que tiene que cor-

rer, tarda mas tiempo en llegar á los cáuces y llega además con regularidad.

La primera dá lugar á las inundaciones, con su fúnebre cortejo de desastres, al paso que la segunda alimenta con cierta continuidad los rios, y provee á multitud de necesidades: ambas son por tanto, las que con toda preferencia merecen atención, pues que son las que mayores males ocasionan ó las que pudieran dar grandes utilidades, y de su exámen pueden seguramente deducirse los medios de atenuar los unos y de asegurar y multiplicar los otros.

Dejando esto por el momento, para volver al objeto de que se trata, diremos que nuestro territorio, cruzado en todas direcciones por elevadas cordilleras, erizadas de riscos y casi completamente desprovistas de vegetación, es completamente barrido por aguas de lluvia torrencial tan comunes en nuestras latitudes. Masas enormes de tierra vegetal y fragmentos de las rocas que constituyen el terreno, son arrastradas por las aguas, precipitándose en confusa y arrebatada corriente, en los barrancos y en los rios, dando lugar á esas imponentes avenidas que en pocas horas destruyen grandes riquezas ó arrebatan la vida á nuestros semejantes.

El agua de lluvia no tiene, digámoslo así, momento de reposo para poder filtrarse; los manantiales son en general raros. escasos y poco permanentes, y como á torrenciales lluvias, suceden interminables sequías, los cáuces públicos son alternativamente secos y aridos arenales, ó el lugar por donde vá una corriente furiosa. Aquel que en invierno es realmente un rio caudaloso, no dá señales de existencia en el resto del año, y el que en una avenida cuenta por centenares de metros cúbicos por segundo su caudal, apenas podría apagar nuestra sed en el verano.

La mayor irregularidad, es la ley mas general de estas corrientes y sus consecuencias son funestas, tratándose de un país meridional y poco lluvioso, por que si en todo tiempo satisface el agua multitud de necesidades, todas ellas aumentan y otras vienen con los grandes calores. Así los riegos apenas aplicados en invierno sino á determinados

cultivos y largos plazos, adquieren todo su desarrollo en el verano, precisamente en la época menos lluviosa y cuando los ríos sienten la mayor escasez.

Llevarán, pues, los ríos en buen hora y sin fruto á los mares, enormes volúmenes de agua en invierno ó en sus avenidas, pero el agricultor apenas habrá podido sacar de ello partido alguno. Mas que de cantidad, es esta cuestión de oportunidad, pero los resultados son idénticos; porque el agua que es su constante aspiración, la que mira como el remedio á todos sus males, viene solo para arrebatarse el exíguo fruto que ha podido resistir á una sequía interminable, ya que no los objetos que constituyen su modesto ajuar, ó quizá la vida de sus hijos.

Despréndese de aquí la conveniencia de aumentar el agua de filtración, á espensas de la que corre por la superficie, y si esto fuera posible, si tuviéramos medios de conseguirlo, se habría resuelto, el mas trascendental acaso de todos los problemas económicos del país.

Pero si el hombre es pequeño ante problemas de tal magnitud, si sus medios, con ser tantos, no pueden luchar con tan potentes fenómenos naturales, puede en cambio trasformarlos; y si guiado por una razonada experiencia, no le abandona el tesón en la lucha, ni la esperanza en el éxito, llegará seguramente á amenguar por una parte los daños, y á convertir por otra en beneficios, lo que ha sido un azote hasta el presente.

No es fácil hacer permeable un terreno cuando no lo es, y menos tratándose de grandes extensiones, pero puede aumentarse su permeabilidad propia, dificultando la marcha de las aguas por medio del repoblado de los montes, por sistemas de cultivo apropiado, ó por otros procedimientos adecuados á cada caso especial. Tampoco está fuera de su alcance, como veremos, el retener en los valles las aguas de las avenidas, haciendo de estas un manantial de abundancia y de prosperidad: que así como el mas destructor de todos los agentes, encerrado en una caldera, constituye tan poderoso auxiliar de la industria humana y el rayo ha sido

convertido por Franklin, Arago y Edison, en un admirable elemento de civilización, los imponentes fenómenos de las inundaciones, pueden igualmente llegar por la transformación, á ser útiles al hombre: pues nada huelga en la Creación.



III.

Ociosa parece la tarea de encarecer la utilidad de los riegos en nuestro país; es tan general y está tan profundamente arraigada en los ánimos, que poco daño pueden hacerla discursos hábilmente vestidos con las galas de la ciencia, ó datos mas ó menos amoldados á la defensa de una idea preconcebida y sacados de una flexible estadística.

De todos modos es tan importante esta cuestión para nosotros, que parece indispensable dedicarle algunas páginas, en las cuales y hasta donde nuestras débiles fuerzas alcancen trataremos el asunto en sus principales aspectos, esperando llegar á demostrar: 1.º que son indispensables, 2.º que en ellos radica muy principalmente el bienestar y el engrandecimiento del país, 3.º que sin ellos, no puede vivir la agricultura porque no puede sostener la competencia que la hacen otros países donde los hay, ó no son necesarios para la producción, 4.º que son posibles y fáciles en gran número de comarcas, y que si están racionalmente concebidos dan siempre un interés remunerador y producen además multitud de beneficios, y 5.º que el Estado tiene el deber de procurar el desarrollo de estas obras, porque así lo exige su

misión protectora de todos los grandes intereses nacionales, y además por que habiendo de ser el principal participante en las utilidades, justo es que contribuya equitativamente á los gastos.

Pero hemos dicho que deben estar racionalmente concebidos y esto es muy natural, pues no hay empresa alguna que no sea ruinoso si en su desarrollo no odebece á las leyes generales que deben regirla, y esta es en nuestro juicio, la causa del fracaso de algunas empresas de riegos, que llevadas á la práctica sin el debido conocimiento de cada uno de los múltiples elementos que los constituyen, tienen una vida trabajosa después de haber comprometido no escasos capitales.

No se achaquen á los riegos defecciones que debieron preverse y pudieron evitarse, que en otra parte está la causa de estas ruinas hijas de una imprevisión, ó de un desconocimiento del asunto que se hace difícil comprender.

Dejando á un lado estas cuestiones, sobre las que hemos de volver mas adelante, sentaremos algunos principios que tienen relación con la vida vegetal y con los riegos, medio poderoso de desarrollarla.

Se dá en física el nombre de energía, á la posibilidad en que se halla un cuerpo, por su estado ó su posición, de efectuar un trabajo cualquiera. Un cuerpo en movimiento posee por su masa y velocidad una cierta cantidad de energía que podrá comunicar á otros, por el choque, el rozamiento, etcétera, ocasionando en él un movimiento aparente, una elevación de temperatura ó ambas cosas á la vez: esta es la energía de estado.

Como se vé, el movimiento, el calor, la luz, la electricidad, etc., son diferentes formas que puede afectar la energía de estado á la que también se le conoce con el nombre de energía de acción.

Un cuerpo suspendido de un hilo, manifiesta su energía de posición, desde el momento en que cortado este se produce el movimiento de descenso: á esta energía se le llama también potencial.

La energía química que se hace aparente cuando se com-

binan entre sí dos ó mas cuerpos, es de esta naturaleza; ella se encuentra como almacenada bajo la forma de tendencia á la combinación, y se le llama afinidad química entre los elementos que van a unirse.

Las diferentes formas de la energía, son susceptibles de trasformarse unas en otras, según una relación numérica á que los físicos dan el nombre de equivalente. Así al separar un péndulo de la vertical, lo elevamos, comunicándole una cierta cantidad de energía que almacena, bajo la forma de energía de posición: en el momento de abandonarle principia el descenso, el cual manifiesta que la energía indicada, se vá trasformando en energía de estado. Al pasar por la vertical del punto de suspensión, posee la velocidad máxima, es decir, la mayor energía de estado: si suponemos que el péndulo se mueve en el vacío y sin rozamiento, es decir, si el sistema no ha comunicado energía á otro sistema extraño, ésta energía de estado será precisamente igual á la de posición que tenía al principio, y la de posición será nula.

Pero continúa la oscilación, el péndulo asciende, la energía de estado va á trasformarse de nuevo y al llegar al final de la escursión será nula y la otra habrá llegado á su máximo, igual á la que tenía en su principio. Si en cualquier momento de la oscilación sumásemos las dos energías, obtendríamos una cantidad constante: hé aquí un ejempló de la conservación y la trasformación de la energía.

La afinidad química, es una energía de posición, representa el trabajo invertido en la separación de los átomos de un cuerpo, y será devuelta en el momento que vuelvan á reunirse: la descomposición, la separación de los átomos, lo que se llama en general reducción, equivale al ascenso del cuerpo suspendido; del mismo modo que en ésta, cada átomo separado poseerá una cantidad de energía de posición, que como aquel devuelve al caer, devolverá este al reunirse con sus antiguos compañeros; y esta energía devuelta igual á la empleada para la separación, aparecerá en forma de calor, como el choque del cuerpo devuelve en el calor producido, el trabajo empleado para elevarlo.

Esto sentado, examinemos lo que pasa en el vegetal: considerados estos en sus relaciones con el mundo exterior, se observa que sus elementos provienen del reino mineral, mediata é inmediatamente, se surten tomando del suelo y de la atmósfera por las raíces y las hojas, todos los materiales que los constituyen en forma de composiciones sencillas y estables, como el agua, el ácido carbónico y las sales ó productos amoniacaes, sustancias que en su paso por el vegetal, adquieren distinta forma, en las que existe una gran cantidad de energía, trasformación de la producida por el calor solar.

Los vegetales pues, ni crean ni aniquilan materia ni energía, simplemente la trasforman, y por tanto el organismo vegetal puede ser mirado como un aparato de reducción, como un admirable mecanismo de trasformación de la energía, cuyas condiciones desconocemos y se les llama vitalidad.

La energía solar de otros tiempos redujo mediante los vegetales de entonces, el carbono existente en la atmósfera y fué sepultado en forma de hulla, lignito, etc., en el seno de las montañas; mas al combinarse hoy de nuevo por la combustión, el carbono con el oxígeno para producir el ácido carbónico descompuesto, entonces se obtiene la energía que fué empleada en la reducción: esta energía es la que mueve la locomotora y lleva los buques al través del oceano, el principal factor de la civilización actual.

El reino animal ofrece relaciones admirables, lazos indisolubles con el vegetal. El animal no constituye sus tegidos con el agua, el ácido carbónico y el amoniaco, como el vegetal, sino que los elementos de estos cuerpos los encuentra unidos entre sí en combinaciones orgánicas muy alterables y combustibles, esto es, cargadas de energía de posición, trasformada por los vegetales de la energía solar, en los que la naturaleza prepara las féculas, los azúcares, los aceites, los albuminatos, etc., que forman la alimentación animal mediata ó inmediatamente.

Los principios inmediatos de los alimentos elaborados por

los vegetales, penetran en el animal, se digieren, se absorben y reparan todas las pérdidas que este experimenta, para lo cual tienen que sufrir multitud de alteraciones y transformaciones químicas, entre las cuales, la oxidación lenta es la mas general é importante.

Esta oxidación lenta mediante el oxígeno absorbido por la respiración, acaba por convertirlos de nuevo en agua, ácido carbónico y productos amoniacales, es decir, en los principios mismos de que se valió el vegetal para constituirse; y esta nueva transformación, completamente inversa, devuelve la energía de posición acumulada, con la cual el animal ejerce todas sus variadas actividades.

El animal principia, pues, donde el vegetal concluye y acaba donde este principia: el uno disipa la energía, el otro la acumula; y entre ambos, cierran ese admirable ciclo en el que reside la vida general.

El agua, aun prescindiendo del importantísimo papel que desempeña, como disolvente universal y vehículo de las sustancias de que el vegetal se nutre, contribuye con sus elementos propios á la formación de compuestos ternarios y cuaternarios de poca fijeza. La clorofila, fermento que colora en verde las hojas en presencia del calor y la luz solar, descompone el agua y el ácido carbónico del aire, y en tanto el oxígeno es espelido por las hojas, el hidrógeno se une al carbono y al nitrógeno del aire, y á las sales amoniacales del suelo, para formar los compuestos orgánicos.

Reduce, pues, la planta, el hidrógeno y el carbono del agua y del aire, empleando en esta reducción, una grandísima energía procedente del sol, que el vegetal conserva en estado potencial, para devolverla en su día por la combustión ú otros medios. Este poder de reducción que poseen los vegetales, es un fenómeno, tanto mas notable, cuanto que solo empleando las mas altas temperaturas ó las mas enérgicas pilas eléctricas, puede conseguirse.

Dos son, pues, entre otros menos importantes, los elementos de la vida vegetal: energía en forma de calor, luz, etcétera, para la reducción del hidrógeno y del carbono, y agua

como disolvente universal, como vehiculo de los materiales que constituyen las plantas y como factor con sus elementos propios, de la mayor parte de los principios inmediatos de las mismas.

Sin energía y sin agua, la vegetación es imposible, y aun cuando por nuestro ardiente sol tengamos disponible una gran cantidad de energía, sin el agua faltan los medios necesarios para trasformarla; guardadla y hacedla servir después en todas las necesidades, que este papel reservado estaba á la vida vegetal, en el armonioso conjunto de leyes á que la Providencia plugo someter la creación.

IV.

Hemos examinado el papel que el agua desempeña en la vida vegetal, y demostrado, que sin ella, ni esta vida es posible, ni hay medio de fijar en forma de carbono, la energía solar, origen después de toda actividad y movimiento.

Agua y calor: hé aquí los dos factores indispensables; los páramos inmensos de la Siberia y los desiertos arenales del Africa, son igualmente impropios para la vida, porque en ellos falta el calor ó falta el agua.

Ahora bien, la Península, cuya pureza de cielo es por todos admirada, y cuyo sol siempre esplendente envía verdaderos raudales de energía, rodeada de mares y surcada por cordilleras que templan sus ardores, dotada además de un suelo feraz y apto para toda clase de producciones, sea acaso en Europa, la nación mas favorecida bajo este aspecto por la Providencia, pero á la vez, la que con mas indiferencia, con mas punible abandono ha mirado tan envidiables condiciones. La verdadera civilización llega perezosamente hasta nosotros; y aun cuando cuesta el confesarlo, nos coje desprevenidos: aun no hemos hecho un verdadero estudio

de las especialísimas condiciones del país, para amoldar á ellas los adelantos y las grandes creaciones, debidas á la ciencia moderna: hemos, quizá, copiado su verdadero estudio en empresas realmente útiles y beneficiosas fuera, pero de problemática utilidad entre nosotros, por faltarles verdaderas condiciones de adaptación.

Se han construido, por ejemplo, magníficas y numerosas carreteras, lujosos y atrevidos puentes en desfiladeros ó parages solitarios, agotando en ello nuestros mejores recursos, sin pensar tal vez que el tráfico solo necesita un suelo viable en todo tiempo, y que en el país hay numerosos trayectos de antiguos caminos, que con algunas rectificaciones y pequeñas obras, llenarían cumplidamente aquella necesidad y permitirían aumentar extraordinariamente su número y en movimiento.

Pero lo verdaderamente lamentable es, que habiendo en esto seguido las huellas de países mas adelantados y sabiendo que en ellos, á la par que en vias de comunicación, se invierten cuantiosas sumas del presupuesto general, en los rios donde son necesarios, en mejorar la navegación de los rios, ó en la defensa contra sus desbordamientos; aquí, con decir que lo que realmente sea útil en aguas, ya lo hará la *iniciativa particular*, creemos haber resuelto de plano la cuestión y no vuelve á pensarse más en ello.

¡Es verdaderamente lamentable, que nuestros estadistas, no puedan ver con sus ojos, palpar con sus manos, toda la amargura que para el atribulado labrador encierra este *Lasciate ogni speranza*, cuando un cielo implacable y un sol abrasador, le arrebatan el sustento de sus hijos, los afanes de todo un año de largas y rudas luchas con todas las inclemencias!

Asóciate, se le dice, por todo consuelo, y verás cuán fáciles son así las mejoras; ya sé que no tienes capital, por que tus pequeños ahorros los necesita el Estado, pero asóciate, y si por un verdadero milagro, llegases á fuerza de privaciones y constancia, á crear una verdadera producción, ¡ah! entonces partiremos las utilidades; mejor dicho, me las

darás casi todas, en forma de impuesto territorial, consumos, industria, traslaciones de dominio, etc.

Abandona la rutina y aplica al cultivo los procedimientos y aparatos mas acreditados, y sino los conoces, ahí, en Francia, Bélgica ó Alemania, tienes verdaderas escuelas, sábiamente organizadas, ó granjas-modelo, donde todo eso se aprende de una manera verdaderamente práctica. Al frente de esos establecimientos *oficiales*, encontrarás hombres que vistiendo alternativamente el frac y la blusa del obrero, con igual destreza manejan los delicados aparatos de la física, que las mas toscas herramientas de los hombres de campo. Allí te proporcionan toda clase de animales útiles y de escogidas y probadas semillas, dando instrucciones para su cria, conservación ó su cultivo: se analizan las tierras, indicando las sustancias que se deben agregar para prepararlas á determinados cultivos; se enseña la fabricación de abonos, los procedimientos mil veces comprobados para la fabricación y conservación de los productos, y allí, por fin pueden tus hijos recibir una educación agrícola, que hará de ellos verdaderos labradores teórico-prácticos, capaces de impulsar la producción y enseñar con el ejemplo.

¿Y quién ha creado estos centros de donde irradia la luz y la abundancia? ¿Ha sido acaso, la iniciativa particular? Respondan á esto las escuelas de Griñon, Momtpeller, Grenoble y Escully en Francia, Gembloux en Bélgica, etc., los grandes campos de experimentación, los concursos, premios y todos esos medios empleados, verdaderos acicates de que se valen en otros paises, para excitar la iniciativa particular; y no se mencione la agricultura inglesa, porque ni esta sociedad es aquella, ni la organización de la propiedad, «á Dios gracias» parecida, ni aquí existe una clase social, que grandemente ilustrada y poseedora de las riquezas y del poder, ha tenido medios de hacer, lo que entre nosotros es de todo punto irrealizable.

Y si aun se quisieran nuevas pruebas, para demostrar que el labrador y el industrial son incapaces de realizar aquí y en todas partes, tales verdaderos milagros, y que

el Estado solamente tiene medios de preparar, excitar y ayudar esas trasformaciones de tal magnitud, pudiera preguntarse que significación tienen esas grandes escuadras que otras naciones hacen pasear los mares, sino una protección, á cuya sombra obtiene el comercio la seguridad indispensable para su desarrollo: que las frecuentes y costosas guerras coloniales que sostienen, si no se traducen en adquisición de territorios, ventajas comerciales, establecimientos de factorías, y todo ello para dar salida á los productos de su suelo ó de su industria, vida al comercio ó una pátria á su exuberante población.

Tan cuantiosos gastos se costean del presupuesto general del Estado, sin que á sus estadistas les preocupe la cuantía del interés que han de producir, por que es herir de muerte esas grandes empresas de la civilización, el someterlas á un mezquino análisis, en el que no es posible conocer los mil conductos por donde la utilidad ha de venir y las principales ventajas que solo pueden vislumbrarse en los primeros momentos.

Por último, si á los ferrocarriles, carreteras, puertos, etcétera, se hubiera aplicado el criterio de la iniciativa particular que se pretende aplicar á las obras de aprovechamiento de las aguas, seguramente fuéramos hoy nosotros, uno de los pueblos mas atrasados y pobres de la tierra.

Otro argumento se emplea para combatir la idea de que el Estado contribuya con sus fondos al desarrollo de la producción, mediante al aprovechamiento de las aguas, y es el carácter más ó menos local que afectan estas obras, y la desigualdad en la participación de los beneficios.

La misma desigualdad existe en las demás obras públicas, pues los beneficios obtenidos, son muy variables con la situación de las localidades y con otra multitud de condiciones, y lo mismo pudiera decirse respecto de los gastos que exigen. Por otra parte, ¿qué especie de igualdad se pretende establecer así? ¿Es que se quiere que cada provincia participe igualmente de los fondos que el Estado destina á obras públicas? Pues esto dadas las enormes diferencias que en su

riqueza las separa, fuera una gran injusticia; además si se hiciera hoy el balance de lo gastado en cada una con este objeto, aparecerían anomalías, que probarían lo poco que se ha tenido hasta hoy en cuenta esa condición.

Dejemos, pues; que esta desigualdad imposible, si directamente se la busca, se establezca por sí misma, mediante las leyes á que obedecen todos los fenómenos económicos. Construyamos obras de riegos, que por el aumento en la riqueza imponible que ocasionan, resarcen al Estado de los sacrificios que se hubiere impuesto: y aun cuando en la apariencia favorezcan solo á determinadas comarcas, su utilidad se difundirá muy pronto en forma de impuestos para el Estado, oferta de trabajo para las zonas inmediatas y en abundancia y baratura de productos para todas partes.

Si pues los riegos son, á no dudar, la primera y la mas apremiante necesidad del país, si á ellos se hubiera prestado la atención que merecen, lo cual es de presumir habiendo como en otros países precedido á la campaña general de obras públicas un razonado exámen de las condiciones, aptitud y costumbres del nuestro, si ya que no la preferencia se les hubiera dado siquiera un modesto sitio en los presupuestos, hoy que al fin esta necesidad es reconocida ¿porque no hacerlo? Si con las actuales disposiciones legales no se hará jamás una sola obra de riego que sea verdaderamente seria y útil ¿porqué no modificarlas?

Si se teme que los fondos destinados no sean útilmente aplicados, ó pudieran ser distraídos de su verdadero objeto, estudie el Estado mismo las obras de riego y otórguelas aquella subvención que sea justa. Si no hubiera recursos bastantes en el presupuesto, distribuya en lo sucesivo los disponibles para vias de comunicación entre todos estos servicios, ya que no se ha hecho como debiera desde un principio.

Téngase presente, que la Italia, el Austria, la Argelia y otros países, nos hacen una terrible y creciente competencia en el principal producto de nuestra esportación, en esa gran riqueza que no hemos acertado á consolidar, apesar de

ser el nervio de nuestra producción y el sostén del presupuesto: que esa misma competencia se estiende rápidamente á todos los productos que la agricultura pátria puede dar sin riegos, y que está próximo el momento en que las vias de comunicación desiertas de tráfico, pagaran bien cara la injusta preferencia de que han sido objeto, y lo que es aun mas grave, en que la agricultura y con ella toda la sociedad española, sentirán bien dolorosamente esa gran falta de previsión.

V.

Examinados los riegos bajo el aspecto de su influencia en el desarrollo de la riqueza, queda asentado que deben ser objeto constante de nuestras aspiraciones y de nuestra actividad. No hay que perder de vista, sin embargo, que esta como todas las empresas humanas y quizá más que otras muchas, exige concienzudos trabajos, largas meditaciones y variados conocimientos para desarrollar con acierto una especulación productiva, así para los capitales empleados, como para la comarca que va á recibir el beneficio.

La trasformación que la propiedad sufre al ser regada de nuevo es muy brusca; lleva consigo la creación de una industria nueva, desconocida en algunas comarcas, y todos sus mecanismos tienen que ser dirigidos y aplicados por millares de personas sin instrucción y sin aprendizaje previo.

Este país en que á sequías interminables, suceden con frecuencia lluvias torrenciales, observa nuestras fértiles vegas, en general bordeadas con un marco de verdadera desolación, y al ver que el agua realiza tales milagros, pide y aclama sin cesar el agua de riego, que ha de poner fin á

la azarosa vida á que se halla sometida la agricultura.

Pero ese deseo, por la viveza misma con que es sentido, pudiera llevarle muy lejos del objeto apetecido, si la precipitación fuese la norma de futuras gestiones. Motivo es este bien interesante, para que en su exámen nos detengamos un poco.

El agua es uno de los agentes que el agricultor emplea para acrecer y asegurar sus cosechas, pero en manera alguna puede ser el único; lejos de ello, una tierra regable pierde rápidamente su fertilidad, puesto que el agua disuelve y arrastra en parte las materias asimilables esencialmente solubles, y además, porque los grandes rendimientos obtenidos, lo son á expensas de estas mismas sustancias y ambas causas la empobrecen rápidamente.

Necesario es devolver á la tierra la riqueza perdida, forzoso conservar á los campos en estado de fertilidad, pues sin ello la producción disminuye rápidamente y viene sin remedio la esterilidad.

Pero ínterin los abonos minerales no se fabriquen con mas economía y sean también más baratos los trasportes, los ordinarios ó de establo, serán los mas generalmente aplicados. Pero un terreno de regadío exige un abono abundante cada dos años al menos, en el cual se emplean de 30 á 40 toneladas del ordinario y por hectárea, al paso que los campos de secano, ó no se abonan, limitándose á meteorizar la capa vegetal con labores sucesivas y adoptando el cultivo de año y vez, ó se abonan ligeramente y á largos plazos.

Una larga experiencia y una observación constante, nos permite afirmar, que las vegas exigen 8 ó 10 veces mas estiércoles que los secanos, y como este no existe en los primeros tiempos al menos, es preciso crearlo y para ello es forzoso recurrir á la ganadería, dedicando á pastos considerable extensión de terreno. Esto equivale á cambiar repentinamente las costumbres y hábitos agrícolas y demanda cuantiosos desembolsos al labrador que apenas tiene con que sobrellevar sus infinitas cargas.

Por otra parte, la tierra que va á recibir el beneficio del

riego, tiene que ser de antemano preparada, dividiéndola en pequeñas parcelas horizontales ó ligeramente inclinadas, y siempre de forma regular para que el agua cubra toda la superficie y no marche con velocidad excesiva. Sin esta preparación el agua no puede filtrarse y además una parte se queda sin agua, al paso que otras la reciben en demasía. En la primera, perecen las plantas por sequía y en las restantes, las raíces se pudren por exceso de humedad: esto sin contar con la perniciosa influencia que las aguas así encharcadas, ejercen sobre la salud pública.

Pero veamos lo que esta preparación significa y sus consecuencias. Si en el terreno mas llano, á simple vista, se esparce una capa de agua, nótanse bien pronto sus desigualdades y se observa que la capa tiene en sus diferentes puntos espesores muy diversos y que por lo tanto, es allí imposible el cultivo, si no precede un considerable movimiento de tierras, hasta conseguir que la lámina líquida tenga próximamente igual altura.

Pero no es esto solo: la tierra arrancada en los puntos altos del campo, es precisamente la productiva: si pues la trasportamos, aparece el subsuelo y viene la esterilidad, interín los abonos, las labores sucesivas y la meteorización, han creado una nueva capa vegetal apta para la vegetación. En las partes bajas, hemos por el contrario aglomerado la tierra productiva y parece natural, que esta resarza en parte al menos los perjuicios; pero tampoco tiene esto lugar, por que al primer riego, las tierras recientemente removidas, sufren un descenso y vuelve á reproducirse la balsa con todas sus consecuencias, hasta que pasado cierto tiempo, los campos han adquirido y consolidado su nueva y definitiva forma, entrando de lleno en su verdadera producción.

Resultado práctico de todó esto, es, que el labrador que para hacer regables sus tierras, ha hecho considerables desembolsos en remoción de ellas, abonos, aperos, etc., se encuentra en los primeros años con una verdadera decepción, y esto precisamente, cuando los resultados debieran alentarle en una obra de resultado, seguro en su porvenir

inmediato, pero que puede haber ocasionado su ruina con antelación.

¿Tiene esto algo de extraño ó anormal? No, seguramente, es por el contrario natural y lógico y solo una falta de observación, puede juzgar mal el hecho mas sencillo y general.

Los gastos de los primeros años, equivalen á la compra de edificios, maquinaria y primeras materias en una industria cualquiera, y la deficiencia de las primeras cosechas, á las dificultades y gastos que en los primeros tiempos sufre el industrial para dar salida á sus productos y consigue crearles un mercado seguro, pudiendo así salvar esa especie de eventualidad que tienen casi todas las empresas humanas.

La diferencia esencial entre ambas, es que el industrial prudente no establece la industria que concibió, sino tiene grandes probabilidades de éxito, al paso que el labrador empujado por el destino se halla siempre al frente de este dilema: «andar ó sucumbir.»

La escasez de braceros, es también decisiva en esta industria, que rara vez preocupa á los demás. Mientras en algunas vegas, una ó dos hectáreas de terreno caramente arrendadas dan trabajo y sostén á una familia, 30 ó 40 hectáreas propias de secano, apenas si permiten un estrecho pasar al pobre labriego de Castilla.

Nótase en esto la diferencia entre ambos cultivos, y la imposibilidad material de establecer con los braceros propios, un sistema de explotación apropiada á labores radicalmente distintas.

Verdad es, que las zonas inmediatas, podrán en determinadas épocas, suplir en parte esta deficiencia, y que la abundancia de recursos y de trabajo, llamaría con el tiempo á la población de otras comarcas pobres; pero ni esto sería suficiente en los primeros años, ni las condiciones de estos braceros serían las mas apropiadas para dedicarlos á prácticas que les serían desconocidas.

Por fin el arte de los riegos, es como otro arte cualquiera, y bien difícil por cierto, en un país en que la experiencia no ha dado aun esa multitud de reglas prácticas, especie

de cartilla agrícola, especial para cada cada zona y todavía mas difícil, cuando como aquí tiene que ejecutarse por hombres que no conocen ni aun rutinariamente el objeto, los efectos, ni las prácticas de los riegos.

Las graves dificultades apuntadas y otras que omitimos, demuestran que el problema de los riegos es por demás complejo y difícil y que no basta para resolverlo con acierto, la ciencia especial del Ingeniero.

Un proyecto correctamente redactado en su trazado y en sus obras, podrá ser deficiente y por necesidad ruinoso, si no vá precedido de un detenido estudio económico del problema, de un exámen de las condiciones de la zona y sus inmediatas y de un plan completo que resuelva natural y sencillamente las dificultades previstas, á medida que ellas se vayan ofreciendo. Solo así pudiera evitarse un fracaso, tanto para la empresa que aporta á la otra sus capitales, como para la comarca misma en cuyo beneficio se realiza.

Si no temiéramos ser difusos, recordaríamos las vicisitudes porque han pasado en nuestro país algunas empresas, que no tuvieron quizá presentes las dificultades apuntadas, que como leyes generales del fenómeno no pueden impunemente olvidarse: bastará decir, que el Canal Imperial de Aragón regaba solo las dos terceras partes de su zona, después de 50 años de construido, y los de Urgel, Henares y Esla, están en un caso parecido.

El desarrollo progresivo de la zona regable es siempre lento y no puede tener lugar sino á la par que el de los elementos indispensables. Pensar que toda la zona susceptible de riego con un nuevo y gran canal, va á ser regada desde los primeros momentos, es perseguir una verdadera quimera, cuyas consecuencias tienen que ser funestas para todos.

Y en verdad, que es preciso tener bien arraigadas estas creencias, para que á la vista de una gran zona, llana y uniforme, feraz en extremo en los años lluviosos, con un clima templado y un sol abrasador, resista un Ingeniero á la tentación de llevar de algun rio próximo, el agua que ha de

acallar el general clamoreo de una comarca, empobrecida por la sequía.

En el siguiente artículo, se examinarán algunos casos, importantísimos por otra parte, en que los riegos pueden establecerse, exentos de los inconvenientes apuntados, y por los cuales, debe en nuestro concepto empezar en nuestro país, esta nueva y tan ansiada campaña de las obras públicas.



VI.

Demostrado ya que nuestros rios no tienen el agua necesaria para desarrollar convenientemente la extensión regable, y que para esta operación debe preceder la regularización de su régimen, ó lo que es lo mismo, el aumento de los estiages á espensas de las aguas de invierno y de avenidas, hemos también visto que aun cuando esa dificultad no existiese, tampoco podrían acometerse grandes empresas de esta índole, sin que á la vez acompañase á los proyectos, medios eficaces y seguros de obtener á la vez, el capital, brazos, abonos, etc., preparando además al país, para darle la aptitud necesaria á la gran trasformación que vá á operarse.

Difícil es reunir todos estos medios, cuando se trata de esos proyectos que por arte especial pretenden regar 20 y 30 mil hectáreas de extensión, y no solo es difícil, sino que nos parece haber demostrado la imposibilidad.

Hay, en cambio, sencillos propósitos, modestas empresas, que por su pequeñez misma, pasan casi desapercibidas, y sin embargo, allí está la utilidad verdadera y la posibilidad racional; allí además está la única y sólida base de la in-

dustria agrícola y de esos otros grandes canales, que vendrán en su día, pero que no es posible actualmente, por bien que se les vista y nuestro pueblo las desee con vehemencia meridional: que no en balde han costado siglos de incesante trabajo, la creación de esas envidiables planicies de la Lombardia, esas soberbias huertas de Valencia, Murcia y Gándia, ó vegas de Granada y Zaragoza.

A esas modestas empresas, realizadas por labradores mismos, debiera dirigirse con toda eficacia la acción del poder central. Todo el que haya recorrido algo el país, conoce gran número de riberas regadas por esa multitud de corrientes que en todas direcciones surcan el territorio, y á poco que haya sondeado sus condiciones, sabe también que el agua es en el verano tan escasa, que apenas si á estas vegas puede aplicarse este nombre con propiedad. Las cosechas se malogran con frecuencia y los cultivos tienen que subordinarse á esta tan probable contingencia, siendo por tanto escasa la producción.

¿Porqué, pues, no completar y asegurar el riego de estas vegas? Allí existen y funcionan las presas de toma, las acequias de distribución y de desagüe, las tierras están preparadas para el riego, los brazos, los abonos, los aperos, los animales, etc., son los que corresponden á un cultivo esmerado: allí ha dado ya la práctica reglas indispensables y brazos inteligentes para aplicar el riego con conocimiento. Todo en una palabra está ya creado, faltando solo la seguridad de la recompensa, el justísimo premio á tanto esfuerzo y esto ha de venir con toda seguridad, al siguiente día de haber dado al río el caudal necesario en todo tiempo.

Pero no es esto solo: desde el momento en que una vega regada, hoy con incertidumbre, tenga la seguridad de que el agua no ha de faltarle, y que recojerá el fruto del capital y el trabajo invertido, la riqueza crece, el bienestar se difunde, el número de brazos aumenta en proporción atraídos por el lucro, y á los pocos años, insensiblemente sin sacudida ni perturbación alguna, la comarca se ha creado por sí misma los elementos propios para aumentar su zona re-

gable. Entonces, como tiene en el río agua disponible, aumenta sus tomas, prolonga sus acequias, aprovecha mejor sus saltos y sus pendientes, y á poco coste vá convirtiendo en huerta muchos terrenos; lo que hoy no sería posible porque el escaso caudal del río tiene ya sobrados compromisos.

Y si fuese una empresa la constructora de las obras que dan agua al río, en este intervalo de tiempo habría podido estudiar la marcha progresiva del país, el desarrollo de su riqueza, el régimen nuevo del río, podría en una palabra conocer cuanto necesita para traer con gran provecho de todos, un proyecto de canal, que hoy sin estudios ni preparación alguna, difícilmente podría justificarse.

Complétense pues los actuales riegos, ayúdese desde luego á esas pequeñas pero sólidas empresas, formadas por los propietarios mismos, para que aquí y allí y por todas partes, se creen ó aumenten productivas vegas, último refugio del labrador en los años estériles, y que á la vez que acrecientan la riqueza, pueden servir de escuelas prácticas en el nuevo cultivo, y preparar las cosas para que en su día puedan hacerse esos grandes canales del porvenir.

Dejemos por ahora esos extensos y desiertos páramos que hacen también su papel en la economía agrícola, y no pretendamos violentar hasta ese extremo, lo que la naturaleza ha impuesto á todas las cosas.

Tengamos en cuenta, que por fortuna no escasean como pudiera creerse, esas empresas de variada aunque pequeña magnitud, y si á ellas se agrega el que con solo dar agua á los ríos, sería enorme el número de parcelas que recibirían el riego, con pequeños gastos, habrá que convenir, en que si bien modestos de por sí, abarcan en su conjunto estos propósitos, sobrada materia para que en ella podamos emplear nuestros recursos y nuestra actividad.

Tratemos ahora de los grandes canales, llamando así á aquellos, cuya zona de riego nuevo comprende 6 ú 8 mil hectáreas al menos, y que esta superficie está concentrada en una corta longitud de la cuenca.

Ya quedan apuntadas las dificultades con que lucha una

empresa de esta clase; pero pudiera haber países ó circunstancias, en que los obstáculos pudieran facilmente orillarse, y dicho se está que para ello tendrían los riegos casi todas las ventajas que les son propias y que de seguro aconsejan su construcción inmediata.

La asociación puede acometer empeños semejantes, pero teniendo mas bien un carácter de empresa agrícola, que no constructora de las obras de un canal.

Países hay también dedicados de antiguo á la cria y recria de ganados y allí pudiera basarse en esta industria la producción en este caso especial; como el número de brazos que esto exige no es grande, como los abonos están abundantes y las tierras no exigen en la producción de pastos tan cuantiosos gastos de preparación, y como además podrían elegirse las superficies planas para el cultivo de cereales, legumbres, frutos, etc., la única dificultad que ofrece á la transformación, es la relativa al capital para la compra del ganado.

Compréndese aquí la posibilidad del éxito, desde el momento en que las obras de riego no sean muy costosas para consentir á la empresa constructora un cánón moderado y pudiera adelantar á los labradores algunas sumas para la compra de ganados á unos, y para los gastos del primer establecimiento de los riegos en otros.

Por último, como la viña, algunos arbolados, las frutas y conservas tienen porvenir, y su cultivo no exige tan esmeradas y costosas operaciones, pudieran entrar en una racional combinación con las demás, y esto eludir no pocas de las dificultades: pero repetimos que esta y las anteriores combinaciones fracasarian sin remedio, desde el momento en la superficie sometida á un riego nuevo, rebasase ciertos límites bien distantes de los correspondientes á los grandes canales que por algunos pretenden crearse como por encanto.



VII.

La clase de cultivo, la permeabilidad del subsuelo, el clima, la exposición del terreno y los vientos reinantes en la localidad, son las principales causas que influyen en la cantidad de agua necesaria por el riego, conveniente á un terreno. No es pues, extraño, que en esta apreciación estén muy discordes las opiniones, ni es raro incurrir en notables inexactitudes al hacer esta afirmación, cuando se analizan causas tan difíciles de apreciar y cuyo conocimiento exige experiencias y observaciones largas y costosas.

El mejor y mas seguro medio, es el de la asimilación: afortunadamente no escasean los ejemplos de riegos establecidos, cuyo resultado se conoce, y entonces la dificultad queda reducida á elegir con acierto entre todos, aquel cuyas condiciones sean mas semejantes; se adopta entonces aquella cantidad ó se la modifica en relación con las diferencias bien marcadas que entre ambas pudieran existir.

El riego conveniente es aquel que satura de humedad la capa vegetal activa, cuyo espesor suele variar de 0'15 á 0'25 ó 0'30 m.: conseguido este objeto, toda el agua empleada,

bien se filtre al través del subsuelo ya permanezca embalsada en el campo, sobre que realmente es perdida, perjudica á las plantas, arrastra los abonos y endurece el terreno, haciéndole sobrado compacto, lo cual impide su meteorización y dificulta mucho las labores.

Esta delicada operación debe hacerse rápidamente: se consigue, dividiendo el campo en pequeñas parcelas, mediante caballones ó motas que el cultivo exige por otras conveniencias y empleando á ser posible abundante cantidad de agua á la vez. Así el agua que entra por el extremo superior de la parcela, llega pronto al opuesto, baña toda la superficie y llevando enseguida la corriente á la inmediata, queda la primera en seco á los pocos momentos, después de recibir las plantas el agua necesaria.

Este procedimiento que debiera generalizarse, unido á la limpieza y aun revestido de las acequias de distribución y brazales y á la buena disposición de las compuertas y boqueras, economiza mucho trabajo, permite dar un perfecto riego y ahorra gran cantidad de agua, tan costosa en muchos casos.

No es posible imaginar hasta el punto que en las huertas del Turia, del Palancia y otras, toman las mas minuciosas precauciones para aprovechar el agua disponible y los grandes beneficios que con ella obtienen, y seguramente causaría allí verdadera admiración el que como en otros muchos puntos acontece, una acequia de un metro cúbico por segundo, apenas baste para el riego de 800 á 1.000 hectáreas.

Este es sin embargo, el término mas usual; es decir, un metro por segundo para cada mil hectáreas regables, habiendo ejemplos en que aun pasa del doble de esta cantidad; pero hay que convenir en que si los riegos se practican con inteligencia y las acequias están bien dispuestas y conservadas, aquel límite es mas que suficiente para un cultivo intenso y esmerado.

Hay no obstante, una diferencia esencial bajo este aspecto, entre los riegos de un canal, como por ejemplo, el Imperial y los que pueden darse con las aguas procedentes

de un pantano, cuyo objeto sea regularizar los existentes y aun aumentarlos y la razón es clara.

Todo canal debe estar mas elevado que la zona; el terreno en que está situado, es en general muy permeable, por estar formado con los aluviones del rio principal y las pérdidas de agua en el cáuce son grandes: el agua de los escorredores rara vez se aprovecha y estas causas amenguan mucho el caudal disponible. Nada tiene de extraño, que el término medio asignado sea muy elevado, pero cuando se trata de perfeccionar riegos existentes que se extienden á una gran longitud del rio, en el que hay numerosas tomas de agua en diversos puntos de su álveo, estas pérdidas no existen. El rio, colector general de todas las aguas de su cuenca, recoge todas estas pérdidas y aun las filtradas de la esparcida por los campos, que pueden ser de nuevo empleadas en el riego, mediante las tomas inferiores.

De aquí la diferencia esencial apuntada y también que los ejemplos de otros canales ó acequias, no tengan para este caso racional aplicación. Afortunadamente acostumbra á haber un dato mas cierto que estos y que sin temor puede adoptarse como la verdadera medida de la necesidad: este es el caudal mínimo del rio en aquellos años en que el agua no escasea y que es bien conocido de todos los labradores del país.

A este dato puede recurrirse y cuando por circunstancias especiales, los riegos pueden ensancharse en cierta escala, la apreciación puede variar para este objeto entre 6 ú 800 litros por segundo y mil hectáreas y aun llegar á 1.000 en casos especiales, en la seguridad de que si se aprovecha bien, el agua no ha de faltar.



Tan útil como para su aprovechamiento es el estudio de las aguas públicas, cuando se trata de evitar los perjuicios que con frecuencia producen las aguas estancadas, y como ella está íntimamente relacionada con los riegos, pudiera hacerse que de lo que nos ocupamos es de regularizar en lo posible el régimen de los ríos.

La frecuencia con que se repiten los terremotos en el país, los males que ocasionan y que tan fuerte impresión producen en el espíritu, nos hacen el deber de descripciones que amarguemos en el espíritu. Debemos decir, que apesar de tan numerosos desastres, entre los cuales, los terremotos de Acahuah y Amozoc, tan recientes están en la conciencia pública, nada se ha hecho en el sentido de atenuar los; pero es, pues, de que esta cuestión se merezca ser tratada para que nuevas desgracias no tengan de nuevo el origen de donde se originaron, y si los recursos del presupuesto no bastan para remediar el mal, estendiéndose al menos los procedimientos mas indicados para cada localidad.

VIII.

Tan útil como para su aprovechamiento es el estudio de las aguas públicas, cuando se trata de evitar los perjuicios que con frecuencia producen. Esto obliga á ocuparse de la cuestión de las inundaciones, y como ella está íntimamente enlazada con los riegos, pudiera decirse que de lo que nos ocupamos, es de regularizar en lo posible el régimen de los rios.

La frecuencia con que se repiten estos fenómenos en el pais, los males que originan y que tan fuerte impresión producen en el público, nos escusa el entrar en descripciones que amargarían sin fruto este trabajo. Bastará decir, que apesar de tan numerosos desastres, entre los cuales, los recientes de Alcira y Murcia, tan presentes están en la conciencia pública, nada se ha hecho en el sentido de atenuarlos; hora es, pues, de que esta cuestión se mire seriamente, para que nuevas desgracias no vengan de nuevo á sorprendernos en la misma inactividad, y si los recursos del presupuesto no bastan para remediar el mal, estúdiense al menos los procedimientos mas indicados para cada localidad

de las mas perjudicadas, y basado en ello, fórmese un vasto plan de las obras que deben hacerse para invertir en ellas los recursos de que buenamente pueda disponerse. Proce- diendo así, se mejoraría cada dia la situación y al fin en un plazo mas ó menos largo, se llegarían á obtener los resul- tados, que racionalmente pueden prometerse, teniendo en cuenta la magnitud del fenómeno.

Conviene mirar este en su conjunto y lo hacemos con la esperanza de llevar al ánimo del lector, la convicción que tenemos de que el Estado debe poner los medios necesarios ya que los posee, para llegar á mejorar no poco las cosas.

Trátase de luchar con un fenómeno natural de inmensas proporciones y es lógico pensar que el hombre es impotente en esta lucha: lógica es también la consecuencia de que será vencido y por tanto parece que no debe entablarla.

Pero mas que lógicas pudieran ser cómodas estas razones, porque á la verdad, con un sencillo razonamiento se ahorran largas meditaciones y trabajos, y se queda tan tranquilo el ánimo, como si jamás hubiéramos de presenciar esas catás- trofes que cuestan la vida á muchos de nuestros semejantes.

Un razonamiento idéntico, aplicado á cualquiera de las conquistas hechas por el hombre en su constante lucha con las fuerzas naturales, nos hubiera privado de todas, y huel- ga decir hasta donde pudiera llevarnos esta manera de ra- zonar y el encarecer la conveniencia y aun la necesidad en que se halla el hombre de no desistir en la lucha, sin que en ella haya probado bien sus fuerzas.

Pocas esperanzas hace concebir aquel, que en vez de perseguir con tesón y estudiar con fé el desarrollo de una idea, pierde el tiempo en contemplar las dificultades que ofrece, y no comprendiendo que su ánimo desmayará con ello, olvida á la vez los grandes obstáculos y contrariedades que la humanidad misma se complace en oponer al mas sencillo y elemental adelanto.

Las sumas invertidas, por ejemplo, en nuestros ferrocarril- les, carreteras, puertos, etc., desde hace 40 años son tan grandes, que nadie creyera en la posibilidad de que el país

las dedicase á este objeto sin que la riqueza sufriera con ello un rudo golpe; y sin embargo, ello es ya un hecho y con él la riqueza se ha desarrollado de un modo casi inesperado: y es que al mirar en conjunto estas tan vastas empresas, se prescinde del tiempo, factor con que debe contarse porque las facilita en extremo.

Pero volviendo á las inundaciones, suele decirse: los diques longitudinales no dan la seguridad apetecida y por su gran desarrollo son muy costosos en relación con sus servicios: no deben pues hacerse diques longitudinales: Los transversales por su número y su solidez, no son menos costosos y además aumentan la zona inundable, aun cuando disminuyan la velocidad de las corrientes: luego no convienen los diques de esta especie. Las grandes avenidas de cada uno de los grandes rios, suman 2 ó 3.000 millones de metros, y para guardar este volúmen en las montañas, habría que construir tal número de pantanos que su coste no permite ni aun pensar en tal solución: tampoco deben adoptarse los depósitos; y discurriendo así venimos á parar á que lo mejor es continuar como estamos.

Tal manera de examinar las cuestiones, es inadmisibile, cuando las personas vienen por su ilustración obligadas á profundizar mas los asuntos; porque en efecto, los diques longitudinales pueden ser aconsejados en ciertas circunstancias, como las del Pó y lo mismo los transversales, como los de Pinay y La Roche, y los embalses no funcionan así, sino de un modo bien diferente, y todos los procedimientos ideales pueden tener relaciones y útiles aplicaciones en determinados casos.

¡Seguir como estamos! ¡presenciar impasibles semejantes espectáculos que cuestan la vida á numerosas personas! esto ni es digno del hombre, ni responde en manera alguna á sus tendencias ni á su historia.

No será mucho pedir el que siquiera se estudie esta cuestión, y se conozcan con alguna aproximación los factores que en ella influyen; y que en vista de ese estudio y de los recursos que el Estado puede destinar á él, se resuelva con

conocimiento lo mejor, para poder llegar como en carreteras, al resultado que hoy para estas y ayer para aquellos, se miraría como irrealizable.

También se dice que las inundaciones aun cuando fueran siempre dañosas, afectan no mas á pequeñas extensiones, y no parece equitativo que el Estado invierta en la defensa de intereses privados y muy circunscritos, los fondos del presupuesto general.

Este argumento que á primera vista parece fundado, caerá por sí desde el momento en que se demuestre que el único procedimiento, que dadas las especialísimas condiciones de nuestro país, puede aconsejarse con el carácter de general, es el de los pantanos, y como estos tienen solamente bajo el aspecto de los riegos una utilidad incontestable, el aumento de riqueza y de la materia tributable que les es propia habia de resarcir al Estado de los gastos hechos.

No debe dudarse que si bien la superficie que ocupa la inundación es pequeña, es en cambio inmensamente productiva; en ella están situadas importantes ciudades, numerosos pueblos, costosas industrias y la mayoría de las obras públicas. Por sí sola, forma una de las rentas mas seguras del presupuesto y en los años estériles, es el refugio de los obreros del campo, que huyen de las comarcas de secano donde se han perdido las cosechas.

En resúmen: hay que contar con que la inundación cuando viene, además de los daños particulares, destruye grandes obras públicas, interrumpe el tráfico, agota los fondos destinados á calamidades públicas, y la caridad rebaja los ingresos y obliga á ejecutar obras sin concierto y sin preparación, y todo esto cuesta al erario público sumas no pequeñas, que valiera mas haberlas empleado en evitar la causa.

Las repetidas catástrofes que en estos últimos años han ocasionado las avenidas de los grandes rios de la Francia, preocuparon como era natural á la opinión pública y se empezó á dudar de la eficacia de las obras construidas en el Loira, Garona, Rodano, etc., para evitarlas. Muchos inge-

nieros se dedicaron al estudio de los procedimientos mas convenientes, y el Gobierno mismo no ha cesado de practicar trabajos y hacer observaciones. Verdad es, que hasta ahora los resultados obtenidos en busca de procedimientos adecuados, no han dado todo el fruto que se esperaba, y que las opiniones están por demás discordes; pero no es menos cierto, que la ciencia hidráulica y la construcción, se han enriquecido con notables obras y teorías de Bousinesk, Kleitz, Belgrand, Graef, Turazza, Nazzini, Paletrean, etc.: que en todas partes se ha hecho patente la necesidad de la defensa, y que si no mucho, algo se ha adelantado, generalizándose bastante la opinión de que si el remedio no está en procedimientos generales, puede muy bien hallarse en la combinación de todos y en su racional aplicación, variable con las circunstancias de cada localidad.

Este resultado en cierto modo negativo, obtenido en Francia, no es motivo bastante para desmayar, pues bien pudiera suceder que aquí fuéramos mas afortunados, dadas las condiciones de nuestro territorio, de nuestro clima, etc.; y que otras necesidades sentidas con gran fuerza y allí apenas comprendidas, nos dieran en cierto modo la clave de la solución.

Convendrá pues examinar estas esenciales diferencias, las causas á que son debidas las inundaciones, marcha general y cuantas circunstancias pueden influir en su producción, y también los elementos especiales con que contamos para obtener resultados que pudieran aquí ser factibles por mas que allá se hubieran mirado como irrealizables; pasaremos, pues, revista á estos puntos, siquiera sea con la rapidez que exige este trabajo.



El territorio de la península puede ser en conjunto mirado como constituido por dos grandes cordilleras, la Pirinica y la Ibérica. De las cuales quedan en varios puntos, montañas de menor altura que se ramifican y subdividen accidentalmente de una manera extraordinaria la superficie. Entre las dos primeras y la costa Mediterránea, forman como un gran cinturón, cuyo vértice está en un punto de unión, o sea en las montañas de Santander y todas las regiones procedentes de esta zona, vienen naturalmente a unirse. En situación accidental, en exposición favorable para recibir directamente los vientos del S. y del E. después de haber atravesado el desierto africano, y el obstáculo que la cordillera Ibérica opone a los vapores que proceden del Océano, dan a esta parte sus condiciones especiales de calor y seco, sus fenómenos meteorológicos particulares del carácter de los correspondientes a las zonas tropicales y hacen de él, bajo el aspecto del aprovechamiento de los aguas, objeto muy digno de estudio y de muy gran interés que el de la zona comprendida en la vertiente Atlántica. La altitud de todas las cordilleras mencionadas, aun de

IX

El territorio de la península puede ser en conjunto mirado como constituido por dos grandes cordilleras, la Pirenáica y la Ibérica, de las cuales parten en varios puntos, multitud de secundarias que á su vez se ramifican y subdividen, accidentando de una manera extraordinaria la superficie.

Entre las dos primeras y la costa Mediterránea, forman como un gran triángulo, cuyo vértice está en un punto de unión, ó sea en las montañas de Santander y todas las aguas procedentes de esta zona, vierten naturalmente á dicho mar.

Su situación meridional, su exposición favorable para recibir directamente los vientos del S. y del E. después de haber atravesado el desierto africano, y el obstáculo que la cordillera Ibérica opone á los vapores que proceden del Océano, dan á esta parte sus condiciones esenciales de caluroso y seco, sus fenómenos meteorológicos participan del carácter de los correspondientes á las zonas tropicales y hacen de él, bajo el aspecto del aprovechamiento de las aguas, objeto muy digno de estudio y de mayor interés que el de la zona comprendida en la vertiente Occéanica.

La altitud de todas las cordilleras mencionadas y aun de

muchas de sus ramificaciones es muy notable, y apesar de su situación meridional, las nieves se conservan hasta bien entrado el verano y aun en algunos puntos del Pirineo y Sierra nevada, se conservan durante todo el año.

En estas condiciones, los vientos del S. y del E. calentados en el Africa, traen á esta zona los densos vapores que recojen á su paso del Mediterráneo, y al contacto de los terrenos fríos ó nevados de las sierras, se condensan rápidamente, ocasionan violentas lluvias y el derretimiento de las nieves, y ambas causas dan un gran contingente de agua á los cáuces.

Las épocas del año en que esto tiene lugar, son casi siempre en primavera y otoño, por que entonces se combinan con facilidad las dos causas principales, ó sea gran evaporación y baja temperatura en el terreno. En las estaciones extremas es muy raro el fenómeno, porque ó en invierno la evaporación es pequeña, ó en verano los terrenos tienen una temperatura elevada y es difícil la condensación.

En algunos puntos de la superficie de que tratamos, la divisoria está muy próxima al mar, y esos grandes movimientos atmosféricos llamados ciclones, cuya dirección es constante de SO. á NE. y que vienen cargados de los vapores recogidos á su paso por el Oceano, al encontrar los altos y fríos picos de la cordillera, no solo se condensan, sino que pierden parte de su velocidad y las vesículas de vapor y agua que arrastran, caen á tierra de la misma manera que el agua al detenerse, se purga de las materias extrañas que lleva en suspensión; este es otro motivo de abundantes y generales lluvias en la región, aun cuando suele ser mas raro que lo anterior.

• Pero hay otro, tanto ó mas poderoso que los mencionados para lo producción de las inundaciones, y es la forma quebrada del terreno y las rígidas pendientes que afectan como consecuencia de lo anteriormente dicho.

La inundación es temible, no tanto por el volúmen absoluto de agua que la constituye, como por el que llega á reunirse en un punto del cáuce. Se comprende bien que una

avenida formada por muchos millones de metros cúbicos de agua, puede ser inofensiva á condición de que sea larga y uniforme y que por el contrario sea muy destructora, si un volúmen total mucho menor, pasase por un punto en poco tiempo.

Ahora bien, como una corriente cualquiera no es otra cosa que el conjunto, la integral digámoslo así, de infinitas corrientes, de diferentes órdenes que á ella afluyen, tanto mas imponente será la avenida, cuanto mayor sea el número é importancia de las que consigan reunirse en un punto de la principal, y esta circunstancia depende de la disposición de los cauces, de la dirección, abundancia y duración de las lluvias y quizá mas que nada de la velocidad de las aguas, en la que tanto influyen las pendientes del terreno.

El siguiente estado, en el que se consignan las altitudes de algunos picos y la distancia que en linea recta les separa del mar, demuestra la desfavorable situación en que bajo este aspecto se encuentran algunos rios notables de las provincias de Levante. El Almanzora, Segura, Júcar, Turia y otros menos importantes que recojen las aguas de las sierras de Bacares, Espuña, La pila, Cuenca, Jabalambre y Albarra-cin, y explica la escepcional magnitud de las avenidas de estos rios, comparadas con las de los afluentes al Ebro, en los que la divisoria está mucho mas distante del Mediterráneo.

	Altitudes. Metros.	Distancias al Mediterráneo. Kilómetros.
Pico de Tetúa, Sierra de Bacares	2.020	40
Sierra de María.	2.040	65
Pico del Gigante.	1.490	55
Sierra de Espuña.	1.580	43
Pico del Buitre.	1.430	"
Pico de Jabalambre	2.010	90
Sierra de Albarra-cin	1.809	140

Tampoco deja de tener gran influencia en la cuestion, el

grado de permeabilidad del terreno, porque si las aguas de lluvia se dividen en corrientes inferiores y superficiales, cuanto tienda á aumentar las primeras, ha de contrariar á la producción del fenómeno y dar beneficiosos resultados.

Por esta razón y dada la forma quebrada del terreno, habría quizá de ser aquí mas provechoso que en otros países todo procedimiento que tienda á dificultar la marcha de las aguas, tales como la repoblación ó revestido de los montes, el cultivo de la vid, el olivo y otras plantas, en zanjas horizontales que guardasen las aguas de las laderas con provecho de la vegetación; la división escalonada de las vaguadas, mediante ligeros muros de piedra perdida, tepes, ramaje, etc, y en general aplicando con discernimiento los trabajos hechos en algunos departamentos de los Alpes, por el conocido sistema de Mr. Surell y cuyos beneficiosos resultados están ya fuera de duda.

Si algunos de estos procedimientos, especialmente el primero, han sido fuertemente impugnados, y entre nosotros quizá lo fuera aun con mas fundamento, por las dificultades especiales de conseguirlo, si realmente la experiencia no ha dado aun resultados positivos que le abonen, en cambio no puede dudarse que un terreno vestido, no dá á los rios el gran contingente de materias sólidas que estos llevan en las altas aguas, aumentando el volúmen y la fuerza de la corriente y produciendo en las vegas depósitos que alteran su forma; ni tampoco producen en él, esa multitud de arroyadas que caracteriza los terrenos pelados, tan favorables para la rápida concentración de las aguas.

Examinadas las causas que con mas eficacia concurren á la formación de las avenidas, convendrá ver ahora en que medida influyen las especiales condiciones de nuestro país.

Si por una parte las pendientes de nuestro territorio son mayores que en el país vecino, si su forma es mas irregular ó quebrada y por otra, como mas meridional, las lluvias, son en general mal violentas, natural parece deducir que las avenidas serán tambien mas cortas, pero de máximos mas elevados y destructores.

Esta observación parece confirmada por el siguiente estado que á la vez demuestra también el mismo resultado desfavorable, si se comparan las corrientes que vierten aguas al Mediterráneo, con las del Océano.

RIOS	Superficie	Volúmen	
	de la cuenca. =	de las mayo- res avenidas	
	<i>Hectáreas.</i>		
VERTIENTE ME- DITERRÁNEA.	Herault.	250,000	4.000,0
	Ardeche.	240,000	7.000,0
	Ródano (Arles.)	9,270.000	14.000,0
	Pó.	6,940,000	5.200,0
	Ebro (Zaragoza.)	3,790.000	9.000,0
VERTIENTE OC- CEÁNICA.	Júcar (Játiva.)	470.000	12.200,0
	Garona.	5.190,000	10.500,0
	Sena.	4,430.000	2.200,0
	Rhin.	20,000.000	9.000,0
	Loira.	11,500.000	7.300,0

Singular excepción de esta última, tiene lugar en el Pó, y debemos hacerlo notar por la gran analogía que su principal causa con los procedimientos mas adecuados para resolver en nuestro país, el problema planteado.

El Pó y el Ebro tienen una particular semejanza, ambos están limitados al N. y S. por dos grandes cordilleras, los Alpes y los Apeninos allí, los Pirineos y la Ibérica aquí; las latitudes de sus cuencas son poco diferentes, las condiciones climatológicas parecidas, y tambien son parecidas las formas del terreno, si bien los altitudes y llanuras son mas pronunciadas y extensas.

A pesar de ello, mientras en el Pó, que tiene una cuenca doble, las mayores avenidas apenas pasan de 5.000 metros, en Zaragoza, llegan hasta 9.000 las del Ebro.

Qué causas pueden dar lugar á tan notables diferencias? Podrán ser varias, pero la decisiva es indudablemente la existencia de los grandes lagos de que el Ebro carece.

El principal rio italiano, así como sus afluentes el Dora,

Baltea, Setia, Tesino, Oglio y Adigio, tiene su origen en los lagos Mayor, Como, Jarda, etc.: estos recojen por multitud de arroyos las aguas de lluvia y las procedentes del derretimiento de sus grandes ventisqueros, en las épocas mas lluviosas, ó cuando soplan con insistencia los vientos cálidos del Mediterráneo ó el Adriático; enormes masas de agua se acumulan allí, elevan el nivel y tienen salida por uno de los rios indicados.

Pero para que el caudal de agua aumente en el Emisario, forzoso es que el nivel del lago se eleve, ó lo que es lo mismo, que una capa de agua, cuya superficie es la del lago mismo y la altura en el crecimiento del nivel del rio, sea segregada á la avenida de este, rebajando su magnitud aun cuando prolongando su duración: son pues estos lagos, una especie de volante y hacen en el fenómeno el mismo beneficio papel que aquel hace en toda máquina cuyo movimiento regulariza.

Si no existiesen los lagos, seguramente que las aguas y los arrastres producidos en aquellas quebradas zonas, producirian inundaciones quizá mayores que las de nuestros rios.

Esto, indica por sí solo los procedimientos que pudieran emplearse y que serian la creación artificial de grandes lagos que aquí como allí habrian de producir idéntico resultado, y puede decirse también que dada la utilidad de los riegos y de que este medio es el racional para dar el agua indispensable á los rios, podrá ser el único sistema que con el carácter de general, tenga una provechosa aplicación á nuestro país. A esta especial condición del territorio de que hablamos, á la circunstancia de ser en todo el de altísima utilidad y aun de necesidad para los riegos, nos hemos referido al decir que entre nosotros y quizá aun mas que en otro país alguno, sea factible el problema de las inundaciones, limitando nuestras aspiraciones, según los casos, á una racional y benéfica trasformación, sin que sea causa bastante para desconfiar, el resultado negativo ó incierto á que se ha llegado en otras partes.

En resúmen: las causas mas influyentes en las inundaciones, son las lluvias abundantes y persistentes, solas ó combinadas con el derretimiento de las nieves: las fuertes pendientes del terreno y la disposición particular de los cauces que reúnen con facilidad las aguas en puntos determinados; la escasez de aguas de filtración producida por la naturaleza del terreno, su estado de desnudez y la descomposición, que es su consecuencia inmediata; las grandes pendientes y la forma quebrada que tanto facilitan la reunión: además y como mas pronunciadas en la zona Mediterránea, la altitud de la divisoria general y su proximidad al Mediterráneo, la frecuencia con que en ella reinan los vientos del S. y del E., los densos vapores que por su elevada temperatura traen del mar inmediato; el carácter de torrenciales que distingue las lluvias, debido á las causas mencionadas y á su situación meridional; la forma extraordinariamente accidentada del terreno y los verdaderos estragos causados en él por enérgicos fenómenos meteorológicos, contra los cuales tiene que luchar un terreno sin vegetación y al que, como por sistema, se ha llevado en todas partes, la destrucción mas lamentable.

Entre los medios ideados para luchar contra las enfermedades
hay dos que por las aplicaciones á que se prestan en el
seguro, las debemos dedicar algún espacio aquí. En el pri-
mero las derivaciones y desviaciones del cnulo y el segundo
los purgantes.

Como en el curso de esta obra se discuten con cierta ex-
tension los principales sistemas, no debemos aquí menci-
onar y si en especial esta preferencia, es por rectifi-
car algunos errores comunes de apreciacion, que son ha-
bituales en el cnulo y ademas y en cuanto á los
purgantes, por dar lugar en esta columna á las que en
este lugar, pues, como en toda elabridad el doble papel
que representan y que en un momento principal que no
puede dar caracter de sistema general, con aplicacion á la
Peninsula.

Conviene, sin embargo, repetir algunas opiniones que
manan por su base y por igual todos los procedimientos y
que de poder en sí podrían dar lugar á la creencia de que
es inútil é inconveniente cuanto se intenta en este camino.

X.

Entre los medios ideados para luchar contra las avenidas, hay dos que por las aplicaciones á que se prestan en el Segura, les debemos dedicar algún espacio aquí: Es el primero, las derivaciones y desviaciones del cáuce y el segundo los pantanos.

Como en el curso de esta obra se discuten con cierta extensión los principales sistemas, no debemos aquí mencionarlos y si á éstos se otorga esta preferencia, es por rectificar algunos graves errores de apreciación, que son bastante generales en el país y además y en cuanto á los pantanos atañe, por que quizá en esta comarca mas que en otra alguna, puede verse con toda claridad el doble papel que representan y que es el fundamento principal que le puede dar carácter de sistema general, con aplicación á la Península.

Conviene, sin embargo, rebatir algunas opiniones que minan por su base y por igual todos los procedimientos y que de quedar en pié podrían dar lugar á la creencia de que es inútil é inconveniente cuanto se intente en este camino.

Tienen algunos la creencia de que las inundaciones, miradas en conjunto, son tanto ó mas útiles que dañosas, y que si bien es cierto que perjudican algunos intereses, benefician en cambio otros quizá mas importantes.

La parte útil de las inundaciones, son los légamos depositados en las tierras invadidas y no cabe dudar de que esta operación es ventajosa. Sin ellos desaparecerían la proverbial fertilidad del valle del Nilo y la del Jalón, Guadalentín y otros muchos rios de la Península en que se practica la operación del colmatage. Pero para obtener estos beneficios con seguridad, dos condiciones son indispensables; la primera es que los arrastres sean de pequeño tamaño, ó estén formados por la capa vegetal de los terrenos superiores, y la segunda, que los depósitos se hagan con regularidad y en la medida necesaria, sin lo cual elevarían rápidamente el suelo y harían inútiles todas las obras construidas para el riego.

Pero siendo muy diferente la composición de los terrenos de una cuenca, y pudiendo caer las lluvias en puntos diferentes de la misma, las materias arrastradas serán diferentes, según la procedencia de las aguas; convenientes para el cultivo en unos casos, pudieran ser perjudiciales en otros y aun unos mismos materiales pudieran tener los dos caracteres según el terreno donde se depositan.

Mientras en la huerta de Murcia no fueron dañosos los tarquines de la avenida de 1884, en la de Orihuela mataron muchísimos árboles y los labradores tuvieron que amontonar en caballones que hemos visto y con grandes gastos, los infecundos depósitos de aquella avenida, quizá mas funesta para esta ciudad que la de 1879.

Por otra parte, la velocidad del agua es grande en las avenidas y arrastra en muchos puntos la capa vegetal; pero como además es muy variable en las diferentes fases de la avenida y con la posición de los terrenos en el valle, resulta siempre que los arrastres y los depósitos se suceden según los parajes y aun varían con las fases de la avenida; los campos pierden pues su forma regular, y la fertilidad se

aglomera en unos puntos, dejando otros completamente estériles. Esta pues, como todas las operaciones hechas al acaso, es una especie de lotería en la que los premios son pequeños y raros y el precio del billete viene representado por la pérdida de la cosecha pendiente y otros como el arreglo del terreno de las acequias, etc. Además, cuando las aguas turbias pueden á voluntad derivarse y esparcirse, entonces si que son siempre beneficiosas y precisamente esta es una de las aplicaciones que en el proyecto se intentan y que hacen en este caso factible el problema de las inundaciones. Procediendo así pueden elegirse para cada terreno, aquellas aguas turbias cuya naturaleza les conviene y pueden distribuirse en sitios determinados de antemano y en la medida de la necesidad. Esta mejora, sin embargo, viene limitada por el coste de las obras de distribución que supone siempre límites moderados al volúmen, derivado de una corriente; sería pues un grave error el creer en la posibilidad de atenuar por este solo medio una gran avenida; ni el coste de las obras estaría en relación con los beneficios, ni obras tan extensas y numerosas podrían construirse, de manera que en todas partes resistieran las enérgicas acciones debidas á enormes masas, animadas de tales velocidades.

Las inundaciones tienen pues una parte útil; pero incierta y lleva consigo gastos equivalentes, al paso que la parte dañosa es segura y de todo punto incomparable con sus múltiples efectos.

Sostienen otros la opinión de que reglamentado el cultivo é impidiendo habitar los valles inundables, se evitarían muchos perjuicios, y aun estos pudieran no ser sensibles para el labrador, asegurando como se hace para los casos de incendio el valor de las cosechas.

El reglamentar el cultivo y separar de los campos las viviendas del cultivador, equivaldría en muchos valles á hacerle imposible, y dada la situación porque hace algunos años atraviesa nuestra agricultura, cualquier recargo le sería insoportable. Preciso es recorrer el país para observar la afanosa vida del labrador español, la estrechez que por

todas partes le rodea, á pesar de su proverbial sobriedad; así y solo así hay que comprender que tales expedientes solo puede proponerlos quien todo esto ignora y quien desconoce además la manera de hacerse el cultivo. ¿Qué nuevas cargas, qué nuevas condiciones pueden imponerse al colono que vive en estas circunstancias, ó al propietario que actualmente necesita las mermadas utilidades, cuando las hay, para el pago de los impuestos?

Viniendo al principal objeto, trataremos de las derivaciones y desviaciones del cáuce como medio de atenuar las inundaciones. Cuando una desviación puede derivar parte de las altas aguas de un valle rico á otro inmediato, en el que no causen graves daños, difícil es hallar otra solución tan eficaz y segura como esta, siempre que el gasto lo permita. En nuestro caso particular, la divisoria de aguas entre el Guadalentín y el Mar ofrece una notabilísima depresión frente á Totana y un canal de pocos kilómetros de longitud, y un terreno fácil permite llevar las aguas á la anchurosa rambla de Mazarrón, que desagua en el Mediterráneo. Difícil será encontrar un ejemplo de facilidad semejante, cuando las sierras que forman la divisoria son elevadas como Carrascoy y Almenara, y fuera de lamentar que tan favorables condiciones no se aprovecharán para quitar en absoluto al valle de Murcia y con gran provecho para otros, una parte del azote que lo devasta.

De la misma manera, si mediante una desviación puede alejarse la corriente peligrosa de una zona muy rica y poblada del valle, llevándola á otra dentro del mismo en la que por sus condiciones no sean de temer perjuicios, puede intentarse esta obra teniendo siempre en cuenta los gastos y la inseguridad que lleva consigo en los resultados. No debe perderse de vista que una desviación es un problema difícil de resolver con acierto y que antes de intentarlo, es preciso tener perfecto conocimiento de las condiciones del valle, de la magnitud de las grandes crecidas, de la dirección que toman naturalmente las aguas desbordadas y de los efectos que en casos semejantes han producido otras

desviaciones. El extenso y magistral estudio que de esta cuestión hace el profesor Turaza, pone bien de manifiesto la inseguridad de que hemos hablado, las dificultades propias de esta obra y la gran prudencia con que es forzoso proceder, para salvar con acierto los escollos, y aprovechar con ventaja las circunstancias favorables.

En Murcia nos encontramos con una desviación ya hecha y que constituye la que se llama el Reguerón; mas bien que una desviación, es realmente la prolongación hasta el Segura, del cauce de su afluente el Guadalentín, que ha desaparecido poco antes de llegar á la huerta. Las dificultades apuntadas se han desvanecido en su mayor parte; hay que tomar las cosas tal como están y en la necesidad de conservar este cáuce, sin el que todas las avenidas grandes y chicas, inundarían la huerta, preciso es dotarle de las condiciones indispensables de capacidad y solidez para que pueda llenar su objeto. Pero como sería verdaderamente una temeridad el intentar construir dentro de la vega un cáuce artificial capaz de 1.500 metros cúbicos por l^{ca}, pues su coste y sus peligros propios, arredrarían el ánimo mas sereno, de aquí la necesidad de rebajar la avenida antes de que esta llegue á la desviación, con obras superiores que á ser posible la reduzcan hasta los casos extremos ó poco mas de los límites marcados por la capacidad del Reguerón reformado, siendo este en todo caso el volúmen máximo que debe entrar en su cáuce, para que no se reproduzcan roturas de márgenes é inundaciones parciales, con todas sus graves consecuencias.

En estas condiciones y limitando su papel á sustituir al Guadalentín en el trozo en que este se halle suprimido ó borrado por el cultivo, esta desviación puede ser muy útil y hoy la vemos necesaria, sin que por las razones en otra parte expuestas, se vea la conveniencia y la posibilidad racional de una prolongación sin objeto y que por sus condiciones de amplitud y extensión, le haría perder su carácter de verdadera desviación.

XI.

Hemos dicho que tanto mas apropiado para luchar con las inundaciones será un sistema, y con tanta mas propiedad podrá adquirir en una comarca el carácter de procedimiento general, cuantas mayores aplicaciones y utilidades pueda ofrecer, distintas de la misión de regularizar el régimen de las corrientes; y que precisamente esta circunstancia tan común en nuestro país, puede dar la clave de la solución no encontrada ó dudosa al menos, en otros en que las obras no pueden tener otra aplicación que el objeto principal.

Probar este aserto equivale á demostrar para los pantanos: 1.º que el agua en ellos depositada, procedente de las avenidas, ó de las épocas de abundancia, dá por sí sola utilidades en relación con los gastos de la obra; 2.º que reducen el máximo de las avenidas del rio donde se sitúan, y de aquellos á que afluyen.

No nos proponemos llegar á estas conclusiones en todas las circunstancias y en todas las localidades y de todas maneras: esto fuera imposible, pero bastaría para el objeto

demostrarlo, siempre que en la elección de los puntos y la construcción de las obras se tengan en cuenta principios que en ninguna deben olvidarse.

La primera es una consecuencia inmediata de los principios ya sentados, porque en efecto, si los riegos son indispensables para asegurar y multiplicar las cosechas y para dedicar las tierras á la producción de aquellos frutos que no tengan que temer la competencia exterior; si es además indispensable aumentar los existentes para que la producción total adquiera su desarrollo natural y nuestras vias y el comercio tengan elementos de prosperidad, y si por otra parte los rios no tienen en el verano el caudal necesario, no ya para ensanchar los riegos, pero siquiera para darlos en la medida conveniente para las necesidades actuales, dicho se está que cuantas obras se ejecuten dentro de los cáuces para asegurar á las corrientes dicha dotación, han de ser reproductivas.

Por otra parte, no hay riachuelo en la zona Mediterránea, cuyo valle no tenga riegos establecidos y que no puedan desarrollarse desde el momento en que haya agua para ello, luego en todas las corrientes donde haya puntos á propósito para la construcción de depósitos en buenas condiciones, puede tenerse la seguridad de que las aguas detenidas han de ser aprovechadas con fruto.

Los ejemplos de pantanos contruidos, los esfuerzos hechos en algunas localidades para aprovechar á todo coste y sin mas que sus recursos, el mas pequeño repliegue del terreno donde guardar aguas de invierno, como han hecho recientemente Egea de los Caballeros, Hajar, Monteagudo y otros pueblos, y los proyectos que acarician muchas localidades para buscar en este camino su salvación, no dejan duda alguna de que esta necesidad es universalmente sentida: todo el mundo vá comprendiendo al fin, de que es forzoso buscar por otros rumbos diferentes á los hasta aquí seguidos, medios de que puedan desarrollarse nuevos é importantísimos elementos de riqueza.

Aun en los países en que los riegos no tienen tan vital

interés como en el nuestro, son aconsejados bajo este aspecto los pantanos. La Francia ha llevado esta mejora á su colonia de Argel, muy semejante por sus condiciones climatológicas, á nuestras provincias del litoral: Gasparin aconseja recojer para el riego todas las aguas de los riachuelos: Nazzani les concede hoy mucha importancia y asegura que están llamados á un gran porvenir cuando se conozcan mejor sus ventajas: Kranz les llama creación española y muestra señaladísima de la previsión de nuestros antepasados: Grugnola dice que se hace en su favor una gran reacción, á medida que se vá conociendo el poco fundamento de las oposiciones de que han sido objeto, y hasta Dupuit, decidido adversario de los pantanos y cuya autoridad científica ha sido una gran rémora para esta mejora, cree en su utilidad para los riegos.

Vengamos ahora á la segunda tésis, la de que los pantanos regularizan el régimen de los rios, y atenúan los máximos de las avenidas.

En dos partes puede dividirse á su vez esta cuestión: efecto producido por un pantano en el rio en que está situado y la influencia que puede ejercer en las corrientes sucesivas.

Un pantano de riego tiene uno ó dos grandes orificios de fondo para hacer las limpias; varios situados á diversas alturas para tomar aguas de riego y grandes vertederos de superficie por donde salen las aguas de avenida: todos ellos á escepción de los últimos, están cerrados por medio de compuertas que pueden manejarse á voluntad.

Ocioso es decir que se construyen generalmente en los rios de poca importancia: estos penetran mas en la parte montañosa donde los buenos emplazamientos no son raros, las cimentaciones son fáciles y los materiales de construcción están en abundancia: las lluvias son allí mas torrenciales y por las rígidas pendientes se precipitan las aguas en grandes masas y con ímpetu en los cáuces. En estas condiciones el poder regulador de los embalses es considerable y aumenta mucho con su capacidad y basta con dejarle vacío algunos metros al aproximarse la época de las

grandes lluvias para reducir en gran manera las crecidas.

Las inundaciones no vienen tan impensadamente, que puedan escapar á la vigilancia de un hombre instruido que tenga datos y noticias del estado de la cuenca, cuyo servicio le está encomendado. Si la meteorología basada en largas y costosas observaciones no está á la altura de otras ciencias, ha entrado ya en el buen camino y los asíduos trabajos que en todas partes se la dedican, permiten esperar el conocimiento de leyes, que como los movimientos ciclónicos dejen predecir las grandes lluvias.

Los volúmenes de nieves aglomerados en las montañas y la posición que ocupan, pueden ser fácilmente conocidos; las épocas peligrosas son la primavera y el otoño y todos estos hechos unidos á la facilidad que los orificios del pantano dan para adelantar, retrasar ó regularizar las avenidas, dan los medios de preparar la situación de estos embalses, y con ellos los de que un personal activo é inteligente pueda reducir extraordinariamente los máximos de las grandes aguas en los rios de montaña.

Los ejemplos que en el curso de esta memoria se examinan y otros que hemos tenido ocasión de estudiar en diferentes rios, prueban que un vaso capaz ó á lo sumo dos en casos excepcionales, bastan para dominar estas peligrosas corrientes de montaña cuyo conjunto lleva á los rios el agua de las inundaciones.

El hecho de haber reducido las avenidas de estos rios, no dá sin embargo la seguridad absoluta de que no puedan ocurrir en el principal á donde afluyen, y esta es la cuestión de mas fuerza que se ha hecho al sistema: conviene por tanto examinarla con alguna detención.

Cuando una avenida ocurre, ó antes si se tiene de ello conocimiento, como sucede si hay la vigilancia necesaria, se manejan las compuertas de una manera convenida y estudiada de antemano y que depende de la magnitud presumida del fenómeno, de la capacidad del vaso y de la altura de su nivel; el objeto es poder con este medio segregar á aquella y especialmente en las inmediaciones del máximo, los ma-

yores volúmenes posibles á fin de que no pase de un límite dado. El exceso se queda depositado en el vaso para ser devuelto al rio en todo ó en parte, cuando el peligro ha pasado.

Resulta de aquí, que en la hipótesis de que el vaso puede rebajar considerablemente la avenida del rio en que está situado, esta se alargará en proporción al volumen guardado y si su duración hubiere sido de cinco horas con el rio libre, lo será de ocho, doce ó mas en el estado supuesto.

Si, pues, estudiamos una corriente R. en el punto A. donde se reune otra afluyente r. y en la época en que una lluvia de idénticas condiciones haya caído en sus dos cuencas, aun cuando la R. y su cuenca sean mas extensas y las aguas tarden mas en llegar al punto A., á poco que se prolongue la lluvia podrán reunirse allí los máximos de las dos avenidas. Pero si la lluvia fuese de corta duración ó cayese con anterioridad en la cuenca de r. es probable que la avenida de este, pasaría antes por A. que la de R.: pero si mediante un pantano retrasamos y alargamos la avenida de r. pudieran los máximos coincidir en A. y entonces la obra habría sido perjudicial en vez de útil.

La objeción tiene en efecto fundamento y en ella se apoyan la mayor parte de los resultados negativos ó deficientes á que han conducido los estudios en otros países.

Desde luego ocurre, que si las lluvias y las combinaciones de las altas aguas son tan variables, y en una de ellas pudiera un pantano ocasionar una coincidencia, por la misma razón podría evitarla en otra; las probabilidades de una combinación desgraciada son iguales á la contraria, quedando á favor de la obra la ventaja de haber rebajado los máximos parciales.

Las lluvias con ser tan variables en todos sus aspectos, no pueden variar hasta lo infinito como pretende Dupuit; esto equivale á sentar el absurdo de que ninguna ley rige este fenómeno: las combinaciones de las corrientes podrán pues ser numerosas, pero no serán en número infinito; el

fenómeno tendrá su ley y sus máximos, su periodo al guardar como todos relación con la magnitud, no puede ser comparable con los correspondientes á los fenómenos astronómicos y es lo probable que se habrá verificado mas de una vez, desde que el hombre trasmite su descripción á las generaciones que le suceden.

Al tomar, pues, como punto de partida las grandes inundaciones históricas producidas por copiosas lluvias y desgraciadísimas combinaciones, son inmensas las probabilidades de que no sean rebasadas en lo sucesivo.

Por lo demás, el hombre no busca nunca la seguridad absoluta, se contenta con tener probabilidades favorables y sus investigaciones se dirigen á obtenerlas y aumentarlas.

¿Hay la seguridad de que un puente no ha de caerse, no ha de descarrilar un tren, no se ha de romper un rails ó un eje, no ha de volcar un coche, no ha de zozobrar un barco, y en una palabra, de que hemos de librarnos de los innumerables peligros que amenazan la vida del hombre?

¿Se obtiene la seguridad absoluta con someter los materiales á una fracción pequeña de su resistencia real? ¿Preserva el pararrayos de una manera completa? ¿Evitan siempre las válvulas el estallido de una máquina de vapor? No, todos estos medios dan solo probabilidades favorables y se adoptan con satisfacción aun cuando se compran á gran precio.

Conviene, pues, no extremar las cosas y contentarse en esto como en todo, con lo único posible; otra cosa daría fácilmente lugar á los mas graves errores.

Aparte estas consideraciones generales, solo las grandes lluvias, ó las muy duraderas combinadas con los derretimientos dan aguas peligrosas, pero para que esto suceda, son necesarios estados violentos y persistentes de la atmósfera, grandes depósitos de nieves en las montañas y que todo ello afecte á extensas superficies. La zona montañosa donde con preferencia se forman estas avalanchas líquidas, suele ser el origen común de varios afluentes y aun del río principal en los de orden secundario, y no es tan extensa que no la comprenda toda la acción de la lluvia ó que esta

no pueda recorrerla en corto tiempo, dada la marcha rápida de los nublados.

La coincidencia de los máximos es por tanto un hecho que se verifica á poco que la gran lluvia se prolongue, é indudablemente las inundaciones si han tenido lugar, es por que se ha verificado aquella, luego el hecho de la coincidencia no tiene en la cuestión la influencia que tiene el volúmen de cada uno de los componentes y el retraso producido por un pantano, no es la causa de la reunión que de todos modos tendría lugar.

Además si por causas ordinarias, aun cuando son mas duraderas, no se producen inundaciones y siempre se reúnen los máximos, claro está que esto no debe ser objeto de graves preocupaciones y que el problema debe resolverse por aquellos medios que trasformen los máximos de las grandes lluvias, en los máximos de las lluvias ordinarias ó sea rebajando los primeros; y esto obtenido el objeto principal se deduce como una consecuencia inmediata.

Pocos ejemplos prácticos habrá en que pudiendo reducirse mucho los máximos en los afluentes, no pueda llegar á demostrarse un efecto parecido en el rio principal, pero á medida que la magnitud de este y el número de sus tributarios aumentan aquella demostración es mucho más difícil para el que le antecede en importancia. No quiere esto decir que no se produzca el mismo efecto, por que si su máximo se ha reducido y también en los de un orden semejante, el caso es idéntico al anterior.

El rio mas caudaloso y el mas insignificante arroyo se forman de la misma manera y también sus avenidas; si en un dibujo representamos uno cualquiera, con solo variar la escala, el dibujo representará á todos ellos en su aspecto general.

Desde el tronco principal hasta el mas pequeño hilo de agua, un rio está formado por numerosísimas corrientes de todos los órdenes, y sus avenidas por otras tantas que sucesivamente se van reuniendo. Si, pues, en una de ellas se consigue dominar sus altas aguas, no hay razón para dudar

de que podrá conseguirse en las demás, de que la suma de estas trasformaciones no trasformen el conjunto. Pero estos procedimientos de detener las aguas en detalle, han borrado en los Alpes muchos cáuces, evitado su reunión y suprimido casi por completo las avenidas de temibles barrancos; si se amplía pues la escala, el resultado mismo podrán obtener los rios de importancia.

Hora es ya de terminar este largo prólogo; en él, me parece haber consignado con claridad las bases generales á que obedece el proyecto que vá á seguir, fundadas en las condiciones especiales de este país, comunes muchas á toda la vertiente Mediterránea. Se reasumen diciendo que el objeto de las obras proyectadas en la cuenca del Segura, es el de regularizar en la medida conveniente su régimen y el de sus principales afluentes, aplicando las aguas y los tarquines de sus avenidas, al riego y mejora de sus valles.

Ramón Garcia.

PROYECTO

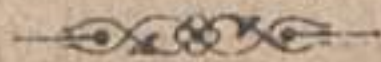
DE

OBRAS DE DEFENSA

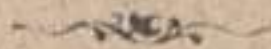
CONTRA LAS INUNDACIONES

EN EL

VALLE DEL SEGURA

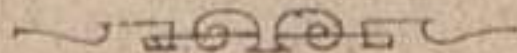


MEMORIA



INGENIEROS:

Don Ramón García y Don Luis Gaztela




AÑO 1886

1881

THE UNIVERSITY OF CHICAGO

LIBRARY

1881



PRIMERA PARTE

~~~~~

### Introducción

=====

Por real orden de 28 de Junio de 1884, la Superioridad tuvo á bien nombrar una comisión que, estudiando las causas de las grandes inundaciones en las provincias de Murcia, Alicante y Almería, redactase los proyectos de las obras necesarias para remediar los efectos que producen en los valles del Segura y Almanzora.

En su virtud y comprendiendo el vivo interés que á la misma inspiraba este asunto por el recuerdo justamente impresionado de los males sin cuento, que en aquel país habia producido la terrible inundación de Octubre de 1879, salimos sin pérdida de tiempo para la localidad á fin de recojer las primeras impresiones, tomar los datos indispensables para organizar debidamente la Comisión y redactar el presupuesto aproximado de los gastos á que podrían dar lugar los estudios.

La necesidad de contar con los fondos indispensables y de completar el personal que debia formar la Comisión, tenia que dilatar la época de dar comienzo á los trabajos; pero aun cuando estas causas no hubieran existido, las fiebres de

mala índole que en aquella época de los grandes calores, principiaban á notarse por efecto de las inundaciones de Mayo, y más que nada el temor á los cordones sanitarios que imposibilitaban el continuo movimiento en que la Comisión debia estar en su primer período, nos hubieran obligado ello.

Llegado el mes de Octubre, y después de tomar en Murcia cuantas noticias juzgamos pertinentes para hacer con fruto un reconocimiento detenido del terreno, se practicó este en el rio principal y sus afluentes mas notables, el Mundo, Quipar, Argos, Taivilla, etc. y con mayor detenimiento aun en el tristemente célebre Guadalentín, afluente en Murcia por la márgen derecha y autor muy principal según la opinión mas generalmente admitida de la mayor parte de las catástrofes debidas á las inundaciones desde Lorca al mar, y sobre todo de las que en el año 1879, de tal manera impresionaron á toda Europa.

Terminada esta primera y penosa expedición y reunido de nuevo en Murcia el personal, se examinaron detenidamente los datos y noticias recogidas, las condiciones generales de la cuenca y las memorias escritas sobre este asunto, que arrojan mucha luz sobre la importancia y causas del fenómeno. Estas memorias, demuestran que el hecho de las inundaciones, ha sido con justicia la constante preocupación de los hijos mas ilustres de aquel país, y el objeto á que han dedicado largos trabajos y vigiliias.

Por desgracia para este, faltan aquellos datos científicos que en la producción de las inundaciones, tienen una capital importancia.

La Meteorología, cuyas leyes solo puede revelarlas una larga série de costosas observaciones, en las que el tiempo consta como uno de los principales factores, si bien ha entrado en el buen camino y casi todos los países le dedican preferente atención, no ha llegado aun á fijar la relación que existe entre los más comunes meteoros y sus causas.

En nuestro país son muy escasos los estudios que á esta se refieren y lo mismo á las condiciones hidrológicas de sus

cuencas y el difícil problema de las inundaciones se complica en gran manera. La prudencia aconseja por lo tanto, marchar con gran circunspección, así al proponer los medios de mitigar los perjuicios ocasionados por las grandes aguas, como en la forma de llevarlos al terreno de la práctica.

Habidas en cuenta estas y otras consideraciones, discutidos y convenidos por la Comisión los principios generales á que el plan de trabajos tenía que obedecer, se dió principio, bajo el criterio de estudiar gran número de elementos, que con mas ó menos eficacia se presumía que podrían concurrir al fin propuesto. Y si este procedimiento alargaba algo el trabajo, permitía en cambio examinar con detalles la influencia en el conjunto de gran número de factores y descubrir quizá la combinación mas eficaz ó mas económica; modificando las primeras ideas en unos, ampliando las condiciones de otros, ó abandonando aquellos cuya utilidad pudiera ser mas ó menos problemática.

Así se ha hecho en tres laboriosas campañas en que las continuadas lluvias, la falta de caminos en aquellas abruptas montañas, su despoblación y hasta las enfermedades, han puesto verdaderamente á prueba el personal, que ya que no otra cosa, habrá demostrado al menos en este trabajo su deseo de contribuir al alivio de la desgracia que pesa tan fuertemente sobre aquel país, en la medida que sus fuerzas lo han consentido.

Antes de entrar en el fondo del asunto, séanos permitido dar algunas aclaraciones previas, indispensables para comprender la índole y el alcance de las soluciones que vamos á proponer.

Un deber ineludible del servicio, ha llevado á la Comisión á tratar un asunto en extremo complejo y difícil, acerca del que están divididas las opiniones de hombres eminentes en la hidráulica y en la construcción, así españoles como extranjeros; y si esto sucede aun en aquellos países en que los rios y sus cuencas, son hace años objeto de prolijos estudios, allí donde ya se poseen valiosísimos datos y relaciones entre las diversas causas que influyen en la producción de las

grandes inundaciones, fuera ridícula pretensión la nuestra, terciar en el debate científico por ellos entablado, si el deber no nos lo impusiera, y sino presentáramos las soluciones con el temor propio del que no poseyendo aquellos medios, reconoce que las dificultades que debe vencer, son muy superiores á sus fuerzas,

Además, el plazo trascurrido desde que la Comisión dió principio á sus trabajos, se apróxima á dos años, y si tenemos la seguridad de haber hecho cuanto ha sido posible por terminarlos, vemos en cambio que la impaciencia tan natural en quien se siente amenazado de una desgracia, piensa en que pudieran repetirse las lamentables escenas de 1879, teniendo en sus manos el estudio, y esta consideración le quita la tranquilidad tan necesaria, cuando tales problemas se plantean y deben proponerse medios que, aun con toda calma meditados, llevarán siempre consigo la inseguridad propia de aquellos á que la ciencia no ha dado aun solución definitiva.

Comprendiendo esto y tratando de evitar en lo posible sus efectos, haremos notar que cuanto se propone debe mirarse como un propósito general y como un verdadero ante-proyecto que deberá detallarse y ampliarse en lo sucesivo; que si la construcción de las obras fuera acordada, debería invertirse largo tiempo, como así lo exige su índole misma y los cuantiosos gastos que motivan, y que en este plazo, el personal encargado de su dirección podrá estudiar el régimen de los rios notablemente en las épocas de avenidas, la lluvia caida en las cuencas, su relación con el agua que corre por los cáuces y en una palabra las condiciones meteorológicas é hidrológicas del país, así como los efectos obtenidos con las obras que sucesivamente fueran construyéndose: y en esta creencia damos una capital importancia al orden en que deben ejecutarse para lo cual las consideramos divididas en varios grupos.

Proponemos en primer término, aquellas sobre cuyos efectos en la regularización de los rios ó en la reducción de sus caudales máximos, no puede abrigarse racionalmente duda

y cuyo coste no excede de prudentes límites. Ellas son tales, que si su construcción sola no puede poner desde luego á cubierto de esas grandes riadas á las poblaciones y huertas de Murcia, Orihuela y otras, mejorarán notablemente sus condiciones actuales, distrayendo mucha parte de las aguas peligrosas y reduciendo los límites del fenómeno.

En tanto que estas se llevan á cabo, pueden estudiarse con todo detalle las del grupo siguiente, modificando unas, ampliando ó reduciendo otras, y aun suprimiendo ó aumentando algunas; todo en vista de los efectos obtenidos por las del grupo primero y de las observaciones y datos que se adquieran durante este período. Continuando este procedimiento hasta el final, debe fundadamente esperarse llegar mediante razonables sacrificios pecuniarios á una situación, que sino exenta por completo de algún peligro, dadas las inmensas proporciones que el mal reviste, lleve al ánimo del país la seguridad que puede darle una gran reducción en la magnitud del fenómeno, y obtener en los tiempos normales, utilidades que en cierto modo puedan compensar aquellos perjuicios que sean verdaderamente irremediables, aunque pasajeros.

No debe perderse de vista que solo una atenta y prolongada observación de los hechos, puede hacer patente la necesidad y conveniencia de ciertas obras, y que el tiempo es un elemento indispensable para obtenerla, y para que se puedan reunir elementos de ejecución que basten para llevarlas á la práctica, cuando, como en el caso actual, se trata de grandes sumas á invertir en una comarca limitada, siquiera sea tan importante por su riqueza.

Persiguiendo siempre la misma idea, todas aquellas obras cuya índole lo consiente se proyectan de manera que puedan aumentarse sus dimensiones y sus efectos; así por ejemplo, la derivación del Guadalentín frente á Totana, se propone de una capacidad de 110 metros cúbicos por segundo y como no tiene obra alguna de fábrica, su recrecimiento se reduce á ensanchar la caja en la medida que pudieran aconsejarlo la experiencia adquirida de los efectos en las aveni-

das del río y de los perjuicios que á los terrenos pudiera traer el agua en el trayecto que debe recorrer hasta el mar.

El último grupo de las obras proyectadas, aunque no exento por completo de influencia sobre las altas aguas, mas bien que con estas tiene relación con los beneficios que de las obras pueden obtenerse en la agricultura é industria,

Sabido es la pertináz sequía que de vez en cuando aflige á las provincias de Murcia y Alicante; conocidos son sus efectos en la riqueza de aquellas, y proverbial es también la feracidad de sus terrenos en los años en que las aguas no escasean. Si pues á poca costa fuera posible dotar tan ricas vegas del agua de que carecían, si el fenómeno mismo con quien se trata de luchar pudiera utilmente transformarse haciendo factible aquel propósito y aun aumentando progresiva y racionalmente sus actuales riegos, es indudable que á la resolución del principal problema, habríamos allegado medios y recursos que en gran manera pudieran facilitar su realización.

Si en otras naciones se han hecho cuantiosos sacrificios para el encauzamiento de los ríos y para poner á cubierto de las altas aguas los grandes intereses que radican en los valles, no ha sido tampoco agena á estas obras la idea de facilitar la navegación interior y aun de mejorar las condiciones de algunos de sus puertos: y seguramente que sí allí se dejara sentir la necesidad de los riegos con el imperio que en nuestro país; si sus corrientes afectasen la irregularidad que caracteriza á las nuestras, la experiencia nos autoriza á creer que los gastos invertidos en sus ríos se hubieran aplicado á la regularización de las aguas, á la vez que á la construcción de esos grandes diques, cuyo objeto muy rara vez conseguido, es encerrar las avenidas en espacios de antemano señalados; y hubieran seguramente dado otra dirección á sus trabajos y ocasión y motivo á alguno de esos magníficos resultados obtenidos en las Landas para la fijación de sus dunas, en la costa Mediterránea para el saneamiento de terrenos, ó en los Alpes para la extinción de los torrentes.

Entrando en otro orden de consideraciones, y teniendo muy presente que el objeto de la Superioridad al disponer estos trabajos, ha sido el desconocer la índole é importancia de las obras que en la cuenca del Segura podrán ejecutarse y sus efectos contra las inundaciones, para en su vista resolver lo que en su alta ilustración juzgue mas conveniente respecto á su ejecución, hemos procurado huir de aquellas soluciones que pudieran dificultar y aun hacer imposibles las obras propuestas.

En este, como en todos los asuntos de índole parecida, la cuestión económica es muchas veces la que decide de su porvenir. De nada servirá pues, á nuestro juicio, proponer obras cuyo coste rebasase ciertos límites; tales presupuestos llevarían en sí mismos la imposibilidad de su construcción y el resultado final, el mas conveniente á la vez, sería el abandono del pensamiento.

Así por ejemplo, no hemos estudiado con detalles la prolongación del canal llamado del Reguerón hasta el mar; por que aun prescindiendo por ahora de la magnitud del efecto que pudiera tener en las inundaciones, y de los graves peligros que á su vez pudiera ofrecer una derivación de tal importancia, su coste hubiera hecho imposible la ejecución de un pensamiento basado en esta obra.

Con ser tan graves los obstáculos que un coste excesivo ofrece á cualquier plan de trabajos, son tanto ó mas aun las dificultades que una administración cualquiera que fuese la encargada de las obras, habría de encontrar al tratar de grandes expropiaciones de tierras ó derechos en Sangonera, donde algunos no están tan claros que puedan con facilidad conocerse ó ventilarse; otro tanto decimos en la huerta de Murcia misma, donde el lecho de un rio ha desaparecido por completo y en la que cáuces artificiales mas ó menos antiguos y de capacidad, han sufrido la misma suerte, ó al menos han sido mermados ó reducidos hasta el punto de ser difícil reconocer hoy su existencia. Cualquiera administración que tratase hoy de restablecer las cosas á su antiguo estado, sobre que dificilmente podría llegar á conocerlo,

tales obstáculos hallaría en su camino, tantos enemigos llegaría á crearse y tales serían los gastos á que se vería obligada, que creemos le sería imposible dar un solo paso.

Así, pues, no podemos aconsejar el restablecimiento del antiguo cáuce al Guadalentín dentro de la huerta y aun en Sangonera, porque además de otras dificultades de gran magnitud, sin contar con que ello no evitaría las inundaciones, aun cuando mejorára el estado actual en las avenidas ordinarias, su coste sería grande y mayores aun los entorpecimientos que á esta solución habrían de oponerle intereses en cuya lucha la administración rara vez puede llegar á obtener el resultado apetecido.

Otro tanto pudiéramos decir respecto al empleo de diques longitudinales insumergibles y en general á cuantas obras se intentasen en la huerta y que exigiesen explorar grandes extensiones de terreno, llevasen consigo el deslinde de derechos ó alterasen en alguna manera el disfrute de las aguas de riego, comunicaciones, etc. Si además de las obras que se proyectan, la experiencia aconsejara en lo sucesivo completarlas con algunas nuevas rectificaciones ó el restablecimiento de algunos cáuces antiguos en la huerta, tarea es esta propia de los interesados mismos, que mas conocedores de la localidad y de los derechos y servidumbres propias á cada finca, podrían con mas facilidad solventar y resolver amigablemente cuestiones realmente insolubles para una administración.

Hemos procurado también huir de otro escollo no menos temible, y es el decidirnos por ninguno de los sistemas generales hoy en lucha, para el remedio de los males que causan las inundaciones. Tenemos la creencia de que ninguno resuelve por sí solo en general esta gravísima cuestión; gracias que en una elección acertada de los diferentes sistemas pueda hallarse el remedio, sino completamente eficaz, que dé siquiera racionales prababilidades de convertir en un hecho ordinario y común esos memorables acontecimientos que llevan el luto á tantas familias. Así por ejemplo, si creemos inaplicables en general los diques longitudinales,



proponemos para la defensa de Orihuela uno que nos parece cumple con cuantas condiciones puedan exigirse á las obras; y además aconsejamos la reedificación por los interesados de los diques de tierra ó pequeñas motas en los recodos del rio. Si no proponemos el empleo general de espigones, diques de zarzos, etc., semejantes á los empleados en el Mi doucees, es por que aplicados á la huerta de Murcia, elevarían su nivel actual y harían imposible el riego; los proponemos en el Sangonera donde es muy conveniente la elevación del terreno y las márgenes del rio, sin que los actuales riegos ó los que en lo sucesivo pudieran intentarse, sean perjudicados con la elevación del terreno.

Los embalses superiores tienen también, como todos los sistemas, sus graves inconvenientes aplicados en general, y proponemos la construcción ó reedificación de algunos, sobre cuya eficacia no abrigamos duda; en cambio dejamos la construcción de otros, para que la observación y la experiencia decidan acerca de su oportunidad.

Las derivaciones y desviaciones de cauces, son también aplicadas en el canal de Totana y en el Reguerón, cuyo ensanche y regularización se aconseja, y hasta el sistema de defensa de terrenos, que tan excelentes resultados está produciendo en otros países, creemos que puede y debe ensayarse aquí, en la creencia de que los resultados han de responder ámpliamente á los gastos que esta operación pueda exigir.

Séanos, por último, permitido hacer una observación, si bien con el temor propio del que conoce siquiera su falta de elementos, para terciar en el debate en que están empeñados hoy Ingenieros de justa fama.

En nuestro concepto, se extrema y aun extravía esta cuestión de los sistemas contra las inundaciones, sacándola quizá de su verdadero terreno; cada ingeniero supone que en su sistema ó en aquel que patrocina, se encuentra siempre el remedio eficaz y en cambio encuentra malo cualquiera de los demás. Al paso que en el uno sus inconvenientes verdaderos son con facilidad vencidos ó remediados,

exige á los restantes seguridades que no es posible exigir nunca á obra alguna.

¿Cómo dudar de que en la variadísima combinación de las avenidas de muchos afluentes á un rio, exista una verdadera dificultad y una grave objeción al sistema de embalses? Pero esta objeción se extrema, en nuestro juicio, afirmando que son igualmente probables las infinitas combinaciones que pueden imaginarse, lo cual supone que es el acaso la ley que rige las lluvias, y quizá no dando el valor que en sí tiene el hecho de que las grandes inundaciones acaecidas, son ya de por sí consecuencia de desgraciadísimas combinaciones que solo se repiten en largos períodos.

Además ¿qué clase de obras puede responder á una seguridad absoluta y en todas las circunstancias á que puede someterlas la naturaleza? De una pequeña pestaña en la rueda de una locomotora, cuya eficacia contra los descarrilamientos solo la experiencia ha podido demostrar para las grandes velocidades, depende la vida de centenares de personas: otro tanto decimos de una sopladura é imperfección en una de las piezas esenciales de un puente metálico y de otros mil ejemplos que pudiéramos citar, y sin embargo á pesar de este peligro mas inmediato, la preocupación es bien pequeña, y todo el mundo viaja y atraviesa precipicios con tan al parecer ineficaz garantía. No puede demostrarse en efecto, que un dique, que un pantano, que una derivación ú otra obra cualquiera contra las inundaciones, ha de dominar siempre el fenómeno contra el que debe luchar, pero creemos que esta demostración no puede exigirse, como no se exige para ninguna otra obra sometida á fenómenos tan variables, y si puede alejar la producción de tales catástrofes, si reduce su número y si aun en aquellas que superan todas las previsiones, puede reducir su magnitud, opinamos que cuando sus costes no sean exagerados en relación al servicio que prestan, pueden aceptarse.

Dupuit y otros ingenieros de gran ilustración, creen que las inundaciones producen perjuicios en muchos casos por la intrusión de los ribereños en el terreno propio del rio, y

por lo tanto deben resignarse á pérdidas que son siempre en largos plazós y cuyas consecuencias podrían evitarse recurriendo al seguro; y que abandonando su residencia en los puntos peligrosos, se evitarían también las desgracias personales. Si esto pudiera tener aplicación á otras comarcas, en lo que á la huerta de Murcia se refiere, equivaldría á abandonar ó á cambiar al menos su actual riquísimo cultivo. Y en efecto, puesto que la vega es invadida por las grandes aguas, pudiera toda ella mirarse como el cáuce propio del Segura y del Guadalentín, y el que conoce las costumbres del país y las exigencias que aquella agricultura lleva consigo, comprenderá la imposibilidad de alejar de las vegas las viviendas de los cultivadores. Si, pues, no hubiera medio de suavizar las avenidas, ó si su coste fuera tan excesivo que no pudieran las obras ejecutarse, no vemos otro remedio que resignarse á sufrir las consecuencias, indudablemente preferible á un cambio de cultivo.

El sistema de seguros, es indudablemente eficaz en cuanto á los perjuicios materiales se refiere, pero si la agricultura tiene ya hoy tan mermados sus beneficios, así en el secano como en el regadío y quizá mas aun en este último, un nuevo recargo mas, aunque pequeño, puede ser realmente insoportable y así debe ser cuando este sistema bastante generalizado en otras industrias, es en esta bien raro el caso de seguros contra granizos, sequías, inundaciones, incendios, etc.

Expuestas las ideas mas salientes á que obedece el proyecto que tenemos la honra de someter al exámen y aprobación de la Superioridad y proponiéndonos aplicar cada una en su lugar, debemos hacer notar que en la documentación que constituye el conjunto y cada proyecto por separado, y también en la multitud de cálculos y detalles que en otro caso serían indispensables, se han hecho notables reducciones, sin las cuales, el trabajo hubiera sido realmente interminable. Así y todo y aun cuando sea para explicar los métodos y procedimientos seguidos á los que pudieran emplearse para fijar detalles que deben hoy mirarse como se-

cundarios, tememos haber rebasado los límites que la conveniencia impone en trabajos de esta índole.

Si así fuese, mas que á nuestra voluntad debe culparse á nuestro criterio, que no ha sabido medir bien las consecuencias; pero que de todos modos no está en nuestra mano el variar. Cuanto aquí se dice lo creemos oportuno y útil al pensamiento que desarrollamos; pero no tenemos la pretensión de estar en lo cierto; si bien no será ciertamente mucho el pedir que se deje á salvo nuestro buen deseo y nuestra diligencia.

Para terminar, debemos decir, que al Congreso que tuvo lugar en Murcia en 1885 y al cual gran número de hombres ilustrados de todo el país llevaron el contingente de su saber y su experiencia, en el asunto de las inundaciones, debemos muchos é importantes datos y opiniones que han facilitado grandemente nuestra tarea; á todos rendimos desde aquí el justo, aunque modesto, tributo de nuestra gratitud.



---

---

# CAPÍTULO I.

---

## ARTÍCULO 1.º

### Descripción de la cuenca del Segura.

---

Limitan la cuenca del Segura la cordillera Ibérica y dos estribaciones que parten de ellas; en el Mugrón de Almansa la una, y la otra en la Sierra de Segura, donde se forma un núcleo del que se ramifican varias estribaciones, y es origen de los tres importantísimos valles del Guadalquivir, del Guadiana y del Segura. 18

Desde el Mugrón de Almansa, constituye la divisoria el borde de la meseta central que se enlaza gradualmente y sin mas accidentes notables que las peñas de San Pedro, con las sierras de Alcaraz, Segura, Sagra, y Guillemona. Sigue la divisoria desde este punto, marcando el límite de las provincias de Murcia y Granada, hasta enlazarse con las cumbres de Topares, en el punto de reunión de dichas provincias con la de Almería y luego, dando origen á la Sierra María, sigue por la de las Estancias hasta el puerto de Lumbreras y sierras de Almenara y Carrascoy, que deprimiéndose en el Puerto de la Cadena, por el que salva la divisoria el ferrocarril de Madrid á Cartagena, continúa por la de Columbares, hasta perderse en el Mediterráneo junto á Guardamar.

Completa el circuito de la divisoria del Segura, la estribación que, partiendo de la cordillera Ibérica en el Mugrón de Almansa, separa las aguas del Segura de las del Júcar, en su origen, y luego de las del Vinalapó, y formando las sierras de la Muela ó de Orihuela y la de Crevillente, se deprime en este último punto, y se desvanece en el mar, en S. Fulgencio.

El Segura nace en la sierra de su nombre, en término de Segura de la Sierra, provincia de Jaen, y corre hácia el N. E. al pié del calar del Mundo, estribo que arrancando de la divisoria principal, separa al Segura de su afluente el Mundo; pasa por Yeste, recibiendo aguas abajo de esta población, por la márgen izquierda, el rio Tus, procedente del Calar del Mundo, y por la derecha el Taivilla, procedente de la estribación del mismo nombre, que separa este afluente del Alárabe ó Moratalla. Desde Yeste, cambia de dirección, inclinándose al E. por Letur y llanos de Ferez, y luego al Sur por las Minas, donde se le une por la márgen izquierda el rio Mundo, único afluente de importancia de dicha márgen. Antes de llegar á Calasparra, recibe por la márgen derecha el Moratalla, vuelve á cambiar su dirección hácia el Este, y entre Calasparra y Cieza afluyen por la misma, el Argós ó Caravaca y el Quipar; y en Cieza por la márgen izquierda, la rambla de Jumilla, afluente que proviene del Mugrón de Almansa. Desde Cieza se dirige el Segura hácia el S. E. y continúa por Abarán, Blanca, Ojós, Ulea, Archena, Lorquí y Alguazas, sin recibir ningún afluente importante hasta Cotillas, donde se le une el rio Mula, cuyo origen está en la vertiente Norte de la Sierra de Espuña, que le separa del Guadalentín. Este rio (que por su importancia describiremos especialmente) se une cerca de Murcia al Segura, que desde este punto se dirige al N. E., pasa por Orihuela y no recibe ya ningún afluente de importancia, á no ser la rambla de Abanilla que afluye por la márgen izquierda aguas abajo y á corta distancia de Orihuela. En esta región el valle es muy ancho y la sierra de Orihuela se separa del rio, desde la ciudad de este nombre, dirigiéndose hácia Crevillente; quedando aquel separado del Vinalapó por una divisoria muy

baja, para desembocar ambos rios, en la misma ensenada, formada por los cabos de Cervera y Sta. Pola.

Dada esta ligera idea del conjunto de la cuenca, describiremos sucintamente la marcha de los afluentes principales, y completaremos lo relativo al rio principal. En las inmediaciones del Segura existen treinta y una poblaciones con un total de 185,070 habitantes y 40,370-32 hectáreas de regadío, distribuidas en la forma que se expresa en el siguiente cuadro:

| POBLACIONES.                 | HABITANTES.    |
|------------------------------|----------------|
| Segura de la Sierra. . . . . | 2.347          |
| Yeste. . . . .               | 6.464          |
| Letur. . . . .               | 2.080          |
| Ferez. . . . .               | 1.101          |
| Socobos. . . . .             | 1,693          |
| Calasparra. . . . .          | 3.614          |
| Cieza. . . . .               | 9.516          |
| Abarán. . . . .              | 2.652          |
| Ojós. . . . .                | 991            |
| Blanca. . . . .              | 2.458          |
| Ulea. . . . .                | 819            |
| Villanueva. . . . .          | 806            |
| Archena. . . . .             | 3.374          |
| Lorqui. . . . .              | 1.094          |
| Ceuti. . . . .               | 1.369          |
| Alguazas . . . . .           | 1.209          |
| Molina. . . . .              | 6.370          |
| Cotillas. . . . .            | 1.814          |
| Alcantarilla. . . . .        | 4.061          |
| Murcia. . . . .              | 89.314         |
| Beniel . . . . .             | 1.945          |
| Orihuela. . . . .            | 25.208         |
| Benejuzar. . . . .           | 1.780          |
| Almoradí. . . . .            | 3.946          |
| Formentera. . . . .          | 890            |
| Benijofar. . . . .           | 562            |
| Rojales. . . . .             | 2.393          |
| Guardamar. . . . .           | 2,850          |
| Jacarilla. . . . .           | 407            |
| Molins . . . . .             | 352            |
| Bigastro, . . . . .          | 1.591          |
| <b>TOTAL. . . . .</b>        | <b>185.070</b> |

Recorre el Segura una longitud de 207 kilómetros y su cuenca mide 15.877,50 kilómetros cuadrados, correspondiendo á cada uno de sus afluentes, los que se expresan en el adjunto cuadro:

Extensión superficial de las cuencas del Segura y sus afluentes.

| RIOS.                    | Kilómetros cuadrados. |    |
|--------------------------|-----------------------|----|
| Segura. . . . .          | 3.025                 | 00 |
| Tus. . . . .             | 375                   | 00 |
| Taivilla. . . . .        | 142                   | 50 |
| Moratalla. . . . .       | 750                   | 00 |
| Caravaca. . . . .        | 725                   | 00 |
| Quipar. . . . .          | 825                   | 00 |
| Mula. . . . .            | 825                   | 00 |
| Guadalentín. . . . .     | 2.100                 | 00 |
| Luchena. . . . .         | 625                   | 00 |
| Velez. . . . .           | 635                   | 00 |
| Mundo. . . . .           | 3.137                 | 50 |
| Jumilla. . . . .         | 1.637                 | 50 |
| Rambla del Moro. . . . . | 475                   | 00 |
| AEREA TOTAL.. . . .      | 15.877                | 50 |

Este dato es de suma importancia para nuestro objeto, pues en varios afluentes no poseemos otro concreto respecto á la magnitud de sus avenidas, siendo por lo tanto necesario juzgar de aquellas por la extensión de su cuenca y por las indicaciones, siempre muy vagas, de su carácter, duración y altura alcanzada por las aguas en determinados puntos.

Pasando ahora á indicar la marcha y condiciones generales de los diversos afluentes del Segura, empezaremos por el rio Mundo, cuyo origen se halla en la sierra de Alcaráz, provincia de Albacete, término de Riopar, en el sitio denominado Chorros de Royo Guarda. Comprendida su cuenca entre la sierra de Alcaráz y la del Calar del Mundo, que separa sus aguas de las del Segura, recorre una longitud de 110 kilómetros en una dirección próximamente paralela á la del Segura, hasta cerca de su confluencia en las Minas.



Atraviesa las poblaciones de Asina, Liétor y Hellín, cuyo número total de habitantes es de 17.060 y riega en su valle 448 hectáreas, comprendidas todas en la provincia de Albacete. Considerado como el mas importante afluente del Segura, y lo es sin duda atendiendo á la importancia de su caudal constante, no tiene para nosotros el interés que el Guadalentín, por la misma razón de la mayor constancia de su régimen, y sobre todo por los daños que ocasionan sus avenidas; verdad fácil de comprender, comparando la población y la extensión del regadío en ambos valles y la influencia incomparablemente mayor del 2.º en las inundaciones de Murcia y Orihuela.

El rio Mundo recibe en su trayecto, por la izquierda al rio Maderas, de muy escasa importancia; y cerca de su confluencia con el Segura, las aguas sobrantes de Tobarra, Agramón y otras localidades de la vertiente de la meseta central, además de los arroyos y ramblas procedentes de las dos sierras mencionadas de Alcaráz y del Calar del Mundo.

Antes de la confluencia con el Mundo recibe el Segura otros dos afluentes de poca importancia. Aguas-abajo de Yeste, se le une por la margen izquierda, el rio Tus, que naciendo en el Calar del Mundo, recorre un trayecto de 40 kilómetros; y más adelante, por la margen derecha, el Taivilla, que procediendo de la sierra del mismo nombre, desagua en el Segura después de haber recorrido 30 kilómetros.

Corre paralelamente al Segura su afluente Moratalla, Alárabe ó Benamor, separado de aquel y del Taivilla por la sierra de Taivilla (que forma parte de la Guillemona), cuya divisoria forma el confín de las provincias de Murcia y Albacete. Tiene un recorrido de 44 kilómetros; nace en el campo de Zacatin, y se forma de la reunión de tres ramblas en el sitio denominado Charco de las Juntas, pasa por Moratalla y desemboca cerca de la presa de Rotas en Calasparra, regando en conjunto 4.280 hectáreas y 2 áreas, que comprenden casi en su totalidad al término de Moratalla. La población de su cuenca es de 10.467 habitantes.

Muy cerca del anterior, desembocan también por la margen izquierda, aguas abajo de Calasparra, los ríos Argos ó Caravaca y Quipar. El 1.º nace en la Fuente de las Sangui-cas, término de Caravaca, recorre 54 kilómetros, tiene su cuenca 23.249 habitantes, y pasa por Archivel, Caravaca y Cehegin, únicas poblaciones de este valle,

Poseemos los siguientes datos respecto al caudal de sus aguas, aforadas por la división hídrológica de Valencia en el Molino de los Oicas, en diversas estaciones.

|                        |     |        |     |          |
|------------------------|-----|--------|-----|----------|
| En primavera. . . . .  | 130 | litros | por | segundo. |
| En verano. . . . .     | 128 | »      | »   | »        |
| En otoño, . . . . .    | 145 | »      | »   | »        |
| En invierno, . . . . . | 129 | »      | »   | »        |

El Quipar, que corre paralelo al anterior y que se le asemeja mucho por su longitud (55 kilómetros) y por la extensión de su cuenca, nace en el confín de las provincias de Murcia y Granada, en la sierra Guillemona y está separado del Caravaca por un estribo muy estrecho, aunque bastante áspero llamado sierra del Buitre.

Sus aguas se utilizan poco, y en su cuenca no existe ninguna población de importancia.

**Aforado en Calasparra, ha dado**

|                       |      |        |     |          |
|-----------------------|------|--------|-----|----------|
| En invierno. . . . .  | 895  | litros | por | segundo. |
| En primavera. . . . . | 323  | »      | »   | »        |
| En verano. . . . .    | 106  | »      | »   | »        |
| En otoño, . . . . .   | 1042 | »      | »   | »        |

La extensión regada por el Argos y el Quipar, en los términos de Caravaca, Cehegin y Calasparra, es de 8.393,58 hectáreas.

En Cieza, recibe por la izquierda la rambla del Moro ó de Jumilla, que reúne en su origen las aguas procedentes del Mugrón de Almansa, pasa por Yecla y Jumilla, y corre al pié de la vertiente Occidental de la Sierra de las Cabras, que forma la prolongación de la Guillemona, hasta unirse á la divisoria del Vinalapó.

Este afluente, así como la rambla que corre al pié de la vertiente oriental de la misma estribación y de la sierra de

la Pila, es de muy poca importancia; y otro tanto puede decirse de todas las afluencias que quedan en la vertiente izquierda del Segura, inclusa la rambla de Abanilla.

El río Mula nace á unos 3 kilómetros de Bullas, formándose con las aguas que descenden de las sierras de Espuña y Pedro Ponce; pasa por los términos de Bullas y Mula y se le une en la Puebla de Mula, el río Pliego, procedente de la sierra Espuña. Aumenta su caudal con varias ramblas y las aguas minerales de los Baños de Mula, sigue los términos de Albudeite y aldea de Campos, y desemboca en el Segura en Cotillas, después de recorrer 47 kilómetros.

Su cuenca tiene una población de 20.333 habitantes y existen 2.395,84 hectáreas regadas por este río.

Réstanos para terminar esta ligera reseña geográfico-hidrográfica, la descripción del río Guadalentín ó Lorca, el mas importante de todos en la cuestión que nos ocupa, y que por esta razón describimos con mayor detalle. En efecto, á pesar de la escasez de sus aguas en tiempos normales, sus grandes avenidas con carácter torrencial extremado, los enormes perjuicios que ocasiona tanto en Lorca, como en la huerta de Murcia, donde forzosamente tienen que devastar sus aguas, á causa de las exiguas dimensiones del cáuce del Reguerón, en relación con el volumen de sus avenidas, justifican plenamente el terror que inspira á los habitantes de aquellas dos ciudades y de la región baja del Segura este terrible enemigo, y explican las dos primeras conclusiones del Congreso contra las inundaciones, celebrado en Marzo de 1885 en Murcia.

Se forma el Guadalentín de la reunión en el estrecho de Puentes, de los ríos Luchena y Velez. El 1.º tiene su origen en Topares, provincia de Almería, en el mismo nudo de que arrancan por distinta vertiente el Quipar y el Guardal, afluentes del Almanzora. Muy escaso en su origen, aumenta en la afluencia del río María, procedente de la sierra de este nombre, y con varias ramblas que se le reúnen hasta el desfiladero del Val-de-infierno, en que se halla construido el Pantano, entarquinado actualmente hasta la coronación. En

este punto, y antes de llegar á los manantiales llamados Ojos de Luchena, su caudal es todavía escaso y según los aforos practicados en Febrero de 1866, era de 180 á 200 litros, mientras que aguas abajo de aquellos manantiales, el caudal era de 481 litros. Ninguna particularidad ofrece el curso de este rio en el desfiladero de 5 ó 6 kilómetros de longitud, hasta su confluencia con el Turrilla, á unos 6 kilómetros de los Ojos de Luchena. El Turrilla, procede de la sierra de la Cuenca de Lorca y Juego de los Bolos, divisoria entre el Guadalentín y el Quipar, por la Paca, única población situada en la cuenca de estos dos rios, que no tienen aprovechamiento hasta Lorca.

El Velez nace en término de Chirivel (Almería), en las vertientes meridionales de la sierra María, y recorre su trayecto entre estas y la de las Estancias. Recibe numerosos manantiales, pero como la mayor parte se aprovechan para riegos, solo una parte de su caudal llega al rio; así es, que en tiempos ordinarios, solo lleva al Guadalentín 140 litros por segundo. próximamente. Su principal afluente es el Arroyo Corneros que desemboca cerca de Velez-Rubio, procediendo de Velez-Blanco. Pasando luego por el Castillo de Xiquena, ya en la provincia de Murcia, llega al Pantano de Puentes, aguas-abajo de la Parroquia de Fuensanta.

Desde este punto en que se constituye el Guadalentín por la reunión del Velez y el Luchena, continúa el rio hasta Lorca, situada 15 kilómetros aguas-abajo, entre la sierra de Peña-Rubia, en cuyo extremo se halla Lorca, y el origen de la sierra de Tercia. En Lorca el valle se ensancha notablemente, constituyendo dos vegas extensas; por estas llanuras se extiende agua arriba de Lorca, al pié de las vertientes meridionales de la sierra de Peña-Rubia, hasta Puerto-Lumbreras, constituyendo un valle afluente del Guadalentín, más ancho y mas importante que el del mismo rio. Por el Puerto de Lumbreras pasa la rambla de Nogalte, que ofrece una particularidad digna de mencionarse. Al llegar dicha rambla al citado Puerto, forma un extenso cono de deyección, cuyo vértice puede considerarse en dicho punto, y

cuya base se extiende por la llanura, atravesando el Puerto entre las sierras Almagrera y Almenara, divisoria entre el Guadalentín y el Mediterráneo. Al llegar las aguas al vértice del cono, toman direcciones muy variables, formando varios cáuces esencialmente inestables: unos atraviesan la divisoria y vierten sus aguas al Mediterráneo, mientras otros las dirigen al extenso valle antes citado, tributario del Guadalentín, el cual, á veces, no recibe agua de la rambla de Nogalte, por inclinarse todos los cáuces al Puerto de Aguilas; y otras veces, por el contrario, las recibe todas, por haberse cegado aquellos y aumentado en consecuencia la importancia de los que vierten al Guadalentín.

Respecto al caudal del Guadalentín en Lorca, citaremos los aforos hechos en los años 1849 á 1854 por el Inspector Sr. Moreno y Rocafull, cuyos resultados son los siguientes;

| <u>Año.</u> | <u>Dia y mes.</u>         | <u>Resultado obtenido.</u> |
|-------------|---------------------------|----------------------------|
| 1849        | 26 de Marzo. . . . .      | 322 litros por segundo.    |
| «           | 27 de Mayo. . . . .       | 274 » » »                  |
| 1850        | 25 de Mayo. . . . .       | 151 » » »                  |
| »           | 27 de Septiembre. . . . . | 244 » » »                  |
| 1851        | 10 de Enero. . . . .      | 289 » » »                  |
| 1854        | 5 de Enero. . . . .       | 379 » » »                  |
| »           | 23 de Abril. . . . .      | 489 » » »                  |

Advirtiéndose que estos números deben considerarse como un mínimun, por haberse hecho en los años 1849 á 1851 de sequía extraordinaria, que ocasionó una gran emigración á Africa.

Un aforo mas moderno, hecho en Febrero de 1866 por la División hidrológica de Valencia, dió por resultado 1.020 litros por segundo.

Desde Lorca, se dirige el Guadalentín al Este, por un extenso valle, limitado por las sierras de Tercia y de la Almenara, divisoria entre el Guadalentín y el Mediterráneo, hasta Totana; frente á esta población la divisoria de la Almenara se deprime extraordinariamente para ligarse luego á la sierra de Carrascoy que la continúa hasta cerca de Murcia. Esta notable depresión es de la mayor importancia

en la cuestión que nos ocupa, pues permite pensar seriamente en un medio de defensa contra las inundaciones, considerado hasta ahora como una utopía, y que lo sería en efecto sin esta rarísima y feliz excepción que ofrece la naturaleza en aquel punto.

Desde Totana continúa el Guadalentín su curso, dirigiéndose al N. E. limitando su anchuroso valle las sierras de Espuña y de Carrascoy. Pasa por los términos de Alhama, Librilla y Alcantarilla, por un cáuce que se conserva profundo desde cerca de Lorca, y en el cual apenas desbordan las aguas, aun en las grandes avenidas; continuando en esta forma hasta el paso de los carros, en que desapareciendo aquel perfil, pasa á un cáuce mal determinado, en que con frecuencia se derivan las aguas buscando el Thalweg natural del valle, á pesar de todos los esfuerzos que se hacen para guiarlas al cáuce artificial del Reguerón, falto de capacidad para conducir el caudal de las grandes avenidas. En el paso de los carros, toma el Guadalentín el nuevo nombre de Sangonera, hasta la presa llamada Puertas de Murcia, en donde se deriva todo el caudal ordinario del Guadalentín, para dirigirlo por diversos cáuces, con el objeto de aprovecharlo para riegos, penetrando en el Reguerón solamente las aguas sobrantes, que son conducidas por aquel cáuce á desembocar en el Segura, en un punto próximo á Beniaján, aguas-abajo de Murcia.

Este es el último afluente de la margen izquierda del Segura, que solo recibe mas adelante las aguas que caen en los montes de Columbares, continuación de Carrascoy después del Collado de la Cadena, citado ya al principio de este artículo, y que solo constituyen ramblas de pequenísimas importancia.

El Guadalentín, en su cuenca tiene una población de 86.262 habitantes, distribuidos entre Lorca, Totana, Aledo, Alhama y Librilla y se riegan 15.486,68 hectáreas, si bien solo unas 10.000 del término de Lorca con aguas de este rio, pues el riego de las restantes se lleva á cabo con aguas de manantiales y ramblas.

Solo nos resta exponer para tener un conocimiento del país, suficiente para los estudios que tenemos que emprender á continuación, un ligero bosquejo geológico de su suelo, el cual extractamos de la excelente obra de D. Federico Botella, Ingeniero Jefe de Minas.

El suelo de esta región, considerado en conjunto, está constituido por dos grandes cuencas terciarias á distintos niveles, unidas por una faja, de las cuales, la 1.<sup>a</sup> se extiende por la provincia de Alhacete, y la 2.<sup>a</sup> por la parte baja de la de Murcia. Esta formación se apoya por sus bordes en terrenos mas antiguos, apareciendo estos además en numerosos islotes, algunos de gran extensión, en que aquella se encuentra interrumpida.

El mas antiguo de estos terrenos es el Seluriano y á juicio del citado autor, existe también el Permiano, aunque no tan claramente caracterizado; pues careciendo de fósiles, solo puede clasificarse por la disposición de los ejes de levantamiento, y caractéres estratigráficos y mineralógicos. Los terrenos paleozoicos se extienden en dos fajas por la costa, y reaparecen en la sierra de Alcaráz. Están constituidos por pizarras calizas y areniscas, que presentan caractéres variados, particularmente las primeras, que ofrecen todos los trámites desde ciertos esquistos arcillosos y talcosos muy suaves, sembrados de laminillas micaceas, hasta unas pizarras silíceas y compactas. Las calizas constituyen la masa principal de las sierras de Pulpi, Almenara y del Caño ó Peña Rubia, y se encuentran las pizarras muy extendidas en la del Carrascoy.

Sigue en antigüedad á los anteriores, el terreno Triásico, que forma parte de la sierra de las Estancias, del Caño, de Espuña y Carrascoy y continúa aflorando en algunos puntos hasta las sierras de Moratalla, Calasparra y de las Pilas, donde se presenta de nuevo en la superficie, reapareciendo con mayor desarrollo en la sierra de Alcaráz, desde Riopar donde se desarrolla en una gran extensión.

Las rocas que componen esta formación, son calizas dolomíticas, á veces cavernosas y mas generalmente compactas.

Por debajo se encuentran, en algunos puntos, las areniscas; coronando la sierra, las margas y arcillas irizadas (Keuper). Las areniscas son de color rojo oscuro, sembradas de hojas de mica, presentando diversos grados de dureza. Las margas y arcillas se presentan acompañadas de yesos y manantiales salados. Los yesos de la sierra de Tercia y de las cercanías de Totana, presentan pliegues muy irregulares, semejantes á los de las capas del carbón.

La formación jurásica se presenta principalmente al N. O. de la provincia de Murcia. Se encuentra en la sierra Sagra, y forma además las sierras de la Culebrina, de Pedro Ponce, de Mojante y Cehegín, con ramales intermedios en la sierra de la Pila y á orillas del Segura, y otros afloramientos poco importantes.

Se compone en su mayor parte de calizas, unas veces de estructura colítica, siendo entonces blancas y compactas, aunque también se encuentran de color azulado oscuro, enrojecidas ó amarillentas á veces por los óxidos de hierro; existen también areniscas mas ó menos compactas é igualmente oscuras, y capas de arcillas y margas. El autor de la obra que nos sirve de guía, así como el Inspector de Minas Sr. Pellico, incluyen en la formación jurásica las laderas de la sierra Culebrina por su identidad stratigráfica con la sierra de Fontanares, por no haberse encontrado fósiles en la primera. Habiendo nosotros hallado casualmente, al recorrer las laderas inmediatas al Pantano de Val de Infierno, un rostro de *Celemnites*, hacemos notar esta circunstancia, que confirma la apreciación de aquellos Ingenieros, pues es sabido que aquel molusco es característico del terreno jurásico, encontrándose solamente en este y en el cretáceo.

El cretáceo aparece poco extendido en Murcia, donde solo existe un manchón en la sierra de las Cabras, y otros de menos extensión entre Jumilla y Yecla; pero aparece bastante extendido al Sur de la provincia de Albacete, en el Calar del Mundo, Yeste, Aina y San Juan de Alcaráz, ocultándose bajo los terrenos terciarios, hasta cerca del Mugrón



de Almansa, donde se enlaza con las masas contemporáneas de la provincia de Valencia. Dominan las calizas, aunque también se presentan areniscas, arenas blancas, margas y dolomias. Estas capas descansan generalmente sobre las del terreno siluriano ó Triásico, rara vez sobre el jurásico y lo mas frecuente es que el punto de contacto con los terrenos mas antiguos, esté oculto por capas horizontales mas modernas, formando las montañas cretáceas islotes enclavados en los terrenos terciarios.

Ya hemos indicado al empezar este resúmen, que, los terrenos terciarios son los que mas se extienden en la región que estudiamos. Se encuentran entre estos, de la formación numulítica miocena y pliocena; y de estas últimas las hay de origen lacustre y marino. Sin entrar á distinguir estos grupos, nos limitaremos á indicar los caracteres generales de las rocas que contienen. En el numulítico dominan unas calizas blancas de grano sumamente fino, en que es muy difícil distinguir los numulites.

La formación miocena es la mas extendida, tanto en la provincia de Murcia como en la de Albacete. Se observan como hemos dicho, sus dos divisiones, marina y lacustre: varían poco sus caracteres exteriores, y la regularidad y multitud de sus delgadas capas, denotan que su depósito debió verificarse en un período de gran tranquilidad.

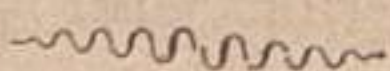
Las rocas son calizas mas ó menos compactas, margas, azuladas y amarillentas, arcillas, yesos, areniscas y conglomerados. El grupo plioceno es de poca importancia, y solo se señala en algunos puntos sin pruebas concluyentes, por los geólogos que han estudiado esta región.

De las formaciones cuaternarias, tienen gran importancia los aluviones, que adquieren grandes espesores en las cuencas de los rios. Las antiguas tienen gran desarrollo en el llano de Lorca y en las cuencas de los rios Mula y Pliego, donde llegan á un espesor de 40 metros. En cuanto á los modernos, bastará citar los aluviones del Pantano de Puentes, cuya fundación ha debido situarse á 24 metros de profundidad para alcanzar las capas de caliza.

Terminaremos aquí esta descripción, de interés secundario para nuestro objeto, entrando á examinar, en el artículo siguiente, el clima y producciones del país que nos ocupa.

## ARTÍCULO 2.º

### Clima y producciones.



Pueden considerarse en la Península Ibérica cinco climas distintos, bien caracterizados. Primero el clima Cantábrico; comprende la región situada entre la vertiente N. de la cordillera Cantábrica y el mar del mismo nombre: segundo clima Cético, comprendiendo la cordillera Marianica y las vertientes N. de la Puni-Bética, abraza el valle del Guadalquivir y parte baja del Guadiana: tercero el Puni-Ibérico; limitado por las faldas S. de la cordillera Puni-Bética, la Ibérica y la Cetalbérica; cuarto clima Tarraconense, que comprende el valle del Ebro, y quinto clima continental del centro que abraza toda la meseta central. Los dos primeros son oceánicos, el tercero y cuarto mediterráneos y el quinto continental.

El clima Puni-Ibérico, único que debemos estudiar, es cálido y seco, siendo este su carácter distintivo. En cuanto á su temperatura media anual, es en Murcia 18.º, la máxima 42º,5 y la mínima 3.º4. La presión barométrica media es de 0,759, oscilando entre 0,773 y 0,739

Bajo el punto de vista de la temperatura media anual, puede dividirse la provincia de Murcia en tres zonas; primera Subtropical, con temperatura media anual de 18.º á 21.º; segunda cálida-templada, media anual de 14.º á 18.º; tercera fría-templada, de 10.º á 14.º Aunque fuera de esta

provincia ejerce influencia en ella, por su proximidad, la zona ártica, con temperatura media de 0.º á 3.º, que comprende las sierras Sagra (2.398 m.) Segura (1.806 m.) y María (2.039 m.)

Respecto á la cantidad de lluvia, lo mismo que á la temperatura y presión, existen muy pocos datos en Murcia, pues no hay establecido mas que un observatorio meteorológico en la capital, insuficiente á todas luces para deducir términos medios que puedan aplicarse á toda la región que estudiamos, en que tantas variaciones, debe haber de unos puntos á otros á causa de la gran variedad de altitudes, de disposición y dirección de las cordilleras, etc. Sin embargo, la media anual en Murcia, servirá para dar una idea de la temperatura de la cuenca, y unida á otras observaciones, hechas en distintas épocas y en distintos puntos de la región que abraza este clima, bastará para justificar el calificativo de seco que le hemos dado. En Murcia, el término medio de dias lluviosos es de 85 al año, componiendo una altura total de 406,7 milímetros, bajando con frecuencia á 155, cantidad insignificante, si se compara con las alturas correspondientes al primer clima; citaremos como ejemplo, la Coruña en que hubo en 1849, 177 dias lluviosos, sumando una altura de 1.<sup>m</sup>981; Pau (Bajos pirineos) en el extremo opuesto de aquella cuenca 119 y 1.<sup>m</sup>066 respectivamente. Aunque mucho menos las del clima Bético, resultan también muy superiores á las de Murcia; ejemplos en San Fernando 0,543, en Gibraltar 0,750, en Sanlucar 0,789, en Sevilla 0,514. En cambio en Valencia, comprendida también en el clima Puni-Ibérico, desciende la altura de lluvia á 0,497; en Albacete, apesar de hallarse ya en el borde de la meseta central, es de 0,418.

Bien puede pues, decirse, en vista de estos datos, tomados casi todos de la *Memoria sobre las causas de las sequías en las provincias de Levante* del Sor. Rico y Sinovas, que el carácter dominante del clima que nos ocupa, es la sequía extremada. Se atribuye esta escasez de lluvias principalmente á la influencia del desierto de Sahara de donde pro-

cede el Samoun, cuyos efectos se hacen sentir vivamente en esta región; á la dirección reinante de los vientos del Mediterráneo, que es según la línea N. S., como demuestra con abundante copia de datos el mencionado autor, dando este hecho por resultado que los vapores procedentes del Mediterráneo, vayan á condensarse y resolverse en lluvia en las costas de Africa, de Italia y Francia y lleguen raras veces á nuestras costas de Levante; agregando á este la disposición de la meseta central, que descarga la atmósfera de sus vapores arrastrados desde el Atlántico, por los vientos del cuarto cuadrante, antes de llegar á las provincias de S. E.; y que igual efecto se produce por regla general en las corrientes del terreno por la disposición de las cordilleras, tendremos las causas generales de la escasez de lluvias en aquellas regiones, contribuyendo además otras locales, como la despoblación de los montes, la naturaleza geológica del suelo, su relieve oreográfico, etc.

Es muy importante para nuestro objeto, la ley que acabamos de mencionar respecto á la dirección de los vientos dominantes del Mediterráneo, pues está ligada con un problema de importancia, cual es la causa de las grandes lluvias ó tronadas que producen las inundaciones de la región que estudiamos. Las alturas de lluvias correspondientes á Argel (0,939), y las de diversas localidades de Italia, como la región Alpina, (1,496), Traspadana, (0,927) Oeste de Apenninos, (0,897) etc., todas son muy superiores á las observadas en Murcia, Valencia y otras poblaciones de nuestro clima Puni-Ibérico, por consecuencia de la preponderancia de los vientos locales en el Mediterráneo, comprobada también por las numerosas observaciones de los marinos.

Viniendo ahora al estudio de las grandes lluvias que originan las inundaciones, observaremos en primer lugar la marcha del fenómeno el día 14 de Octubre de 1879. Según la Comisión de Ingenieros de Caminos, nombrada en 8 de Junio de 1880, aquellas lluvias provinieron del Atlántico. La marcha de la masa de aire cargada de humedad, fué modificada por el estrecho de Gibraltar y siguió la divisoria

de Sierra-Nevada, llegando á chocar con las elevadas cumbres de Oria-María y las Estancias, donde descargó el meteoro, que cayó soplando el viento S. O.

Durante la lluvia que produjo la avenida de los dias 21 y 22 de Mayo de 1883, el viento soplabá por el contrario del N., según observación hecha en el Pantano de Puentes.

Respecto á las lluvias que originaron las crecidas mas antiguas, no conocemos datos análogos, que puedan servir para juzgar la marcha del meteoro, pero creemos que tanto las dos mencionadas, como todas las demás, pueden explicarse satisfactoriamente, atribuyendo su origen á los ciclones. Observamos en efecto, que la marcha descrita para la primera, está conforme con la que siguen aquellos meteoros en nuestras latitudes y se explica también la procedencia del Atlántico á pesar del viento N. en el segundo caso, por el giro de los ciclones. Puede observarse que, siendo la rotación inversa ó de derecha á izquierda en nuestro hemisferio, el eje del ciclón debió pasar al O. del Pantano de Puentes en el primer caso y al Este en el segundo.

Se explica también fácilmente como estos fenómenos producen grandes inundaciones en las cuencas del Segura y del Almanzora sin que se dejen sentir, muchas veces, en las inmediatas de Guadiana y Guadalquivir. En el segundo caso, se comprende que puedan caer las lluvias solamente en estas cuencas, sin extenderse á las del Guadiana y Guadalquivir. En el primero puede suceder esto mismo, ó puede caer realmente la lluvia en aquellas cuencas, sin producir los mismos efectos que en la cuenca del Segura. En efecto, estas trombas no se extienden á grandes superficies, y se comprende que aunque caigan, en parte, en el origen de la cuenca del-Guadiana y del Guadalquivir, no sean capaces de producir en tan importantes rios, los mismos efectos que en el Segura.

Apesar de esta explicación, conforme con la idea general de los meteorologistas, que suponen á los grandes hidrometeoros de España procedentes del Atlántico, es difícil resolver esta cuestión en el caso particular de Murcia, á causa de

su situación respecto á los dos mares; y expondremos algunos hechos, que explican como podrían también provenir del Mediterráneo.

En efecto, Mr. Duponchel cita trombas enteramente análogas á las que caen en las provincias de Murcia y Almería, en los rios de Hérault y Ardiche del litoral Mediterráneo: algunas de ellas coinciden en duración y altura de lluvia con las apreciaciones de la Comisión de Ingenieros, respecto á la que produjo la avenida de 1879.

La evaporación en las aguas del Mediterráneo, contiguas á la región de que nos ocupamos, es intensísima, pues contribuyen á ello numerosas causas, que enumeraremos brevemente; en primer lugar, la elevada temperatura que tienen en aquellas latitudes las capas superficiales de la atmósfera, así como las del agua; en efecto se ha observado que la temperatura mínima del Mediterráneo es de 12°,2 aun á grandes profundidades, muy superior á la de los otros mares y oceanos, cuya temperatura media, varía entre 3.° y 5.°

Este hecho tiene fácil explicación, observando que el Meditearáneo se alimenta únicamente por el Estrecho de Gibraltar, con las aguas superficiales del Atlántico, siempre á una temperatura elevada en aquellas latitudes, pues que el Estrecho solo tiene una profundidad de 912 metros, y aun de esta profundidad, hay que descontar para la alimentación una buena parte que corresponde á la contra-corriente inferior, cuya existencia está plenamente comprobada. No penetrando otras aguas á bajas temperaturas que las que proceden de los rios, que desembocan en el mar Negro, se comprende su temperatura media tan elevada, respecto á otros mares. Como consecuencia de esto, se establece una corriente superficial de N. E. á S. E., comprobada también en este mar, y es prueba concluyente de la activa evaporación de sus aguas en la región inmediata á las provincias de Murcia, Alicante y Almería. Constituyen también poderosamente á activar la evaporación, según el metereologista Peltier, los estados eléctricos de la atmósfera; y estos son

extraordinarios en el clima Puni-Ibérico. Se citan en Valencia el año 1841, 47 días tempestuosos, mientras en Madrid fueron solo 3, en el mismo año. El año 1801 hasta Julio de 1802, que fué excepcional, se observaron en Madrid 14 días. Los estados eléctricos excepcionales son habituales en aquel clima, y contribuyen también á activar la evaporación en las inmediatas aguas del Mediterráneo.

Por otra parte, la marcha que siguen los temporales en el Mediterráneo, conforme á la ley de rotación de Dore, principia, según el Inspector Sr. P. de la Sala en su importante *Tratado de las construcciones en el mar*, por el N. E. girando hácia el E. La dirección N. E. enfila precisamente el valle, objeto de nuestro estudio; y esto unido á las anteriores observaciones, explica también perfectamente que puedan provenir en muchos casos del Mediterráneo, las lluvias que estudiamos.

Nos hemos extendido sobre este punto, pues aunque á primera vista parece tener solo un interés teórico, lo tiene también práctico para la resolución de nuestro problema. En efecto, si las lluvias procedieran del Mediterráneo, caminando desde la desembocadura hácia el origen del valle, se dificultarían las coincidencias de las avenidas de los afluentes, pudiendo producir el efecto contrario las procedencias del Atlántico, en que la lluvia dará principio en la divisoria. Desgraciadamente vemos, por lo que precede, que no es posible decidir con seguridad esta cuestión, y asignar la procedencia general de estas lluvias.

Por lo demás, en el estado actual de la ciencia, no se puede tratar de poner remedio á los daños que producen las inundaciones, modificando el régimen de las lluvias; y todos los medios que se han propuesto tratan de atenuar los daños, en el supuesto de que las aguas caigan realmente en la superficie de la tierra, limitándose á tratar de modificar las circunstancias de su movimiento. El único medio que, según algunos de sus partidarios, influye sobre la distribución é intensidad de las lluvias, es la repoblación de los montes. Pero la influencia de los bosques sobre el régimen

de las lluvias, es hoy un problema que está solamente presentado; los experimentos y observaciones pluviométricas verificadas con este objeto, llevan en sí multitud de causas de error y no son concluyentes en ningún sentido, y á menudo son sus resultados contradictorios. Los mismos hechos que unos citan como argumentos en defensa del sistema, pretenden los impugnadores emplearlos en contra. Bastará en prueba de esto recordar el ejemplo conocido del lago Aragua en Venezuela, que, con otros varios se cita en la obra de Mr. Vallés, titulada, *Nouvelles études sur les inondations au point de vue de l'insalubrité des Reservoirs, de l'influence des forêts...* etc. Este Ingeniero, sostiene que la altura de lluvia es mayor en un terreno sin vegetación que un bosque, en igualdad de las demás circunstancias; otros como Mr. Dausse y Mr. Frautrat, sostienen lo contrario; no faltando tampoco quien niegue á los bosques toda influencia sobre las lluvias, quedando la cuestión sin solución bien demostrada, y como hemos dicho mas arriba, propuesta solamente. Sea de esto lo que quiera, es difícil admitir una influencia decisiva sobre un meteoro, cuyas causas son fenómenos que abarcan generalmente grandes extensiones sobre la superficie terrestre, á un obstáculo puramente local, como son los bosques. Obsérvese que no se niega, en general, la influencia sobre la marcha de las aguas, una vez caídas en la superficie del terreno; todos admiten esta influencia, y el punto concreto de la controversia, en esta nueva cuestión, se refiere á la importancia y magnitud de esta; por mas que el mismo Sr. Vallés, atribuye á los suelos de los bosques el aumentar las escorrentías; pero no es este el lugar de tratarlo, pues aquí solo estudiamos el fenómeno de la lluvia. Creemos, pues, haber asegurado con verdad, que en el estado actual de la ciencia, no se conoce ningún medio que sirva para modificar favorablemente el régimen de las lluvias, y en todo caso, no hay medio de conocer su importancia.

No nos estendemos mas sobre estas cuestiones meteorológicas que, en general, solo tienen un interés puramente teó-



rico; el problema concreto que tratamos de resolver, es del dominio de la hidráulica; y para conocer la importancia del fenómeno de las inundaciones, bajo el punto de vista que nos interesa, mas que remontarnos á sus causas, nos importa conocer las circunstancias que acompañan habitualmente á este fenómeno, como su magnitud, duración, volúmen de las aguas, altura en determinados puntos, etc.: en una palabra, algunos datos que debe suministrar la observación para deducir los demás con la ayuda de las fórmulas de la hidráulica; este será el objeto del siguiente capítulo.

Terminaremos con una reseña de las producciones del país y de sus condiciones, bajo el punto de vista de la agricultura.

Basta recordar la división en tres zonas, que hemos adoptado al tratar de la temperatura, para comprender que este clima es apto para toda clase de cultivos, desde el dátil, la batata y el algodón, hasta el roble, el castaño y el pino. Dentro del tercer clima que estudiamos, se encuentran, en efecto, los productos mas variados y correspondientes, muchos de ellos, á la flora intertropical, cuya exuberante vegetación recuerdan algunos puntos de nuestra región de Levante. El ilustre botánico Rojas Clemente, llamó á la flora de Málaga *oia insondable*. Los llanos de Totana y Campo de Eulaila son tan fértiles, que los años que llueve dan, según Boutes, setenta á ciento por uno de trigo. Se cultivan en Motril, el algodón y la caña de azúcar; la cochinilla y el arroz, en Valencia, encontrándose también este último cultivo, en la provincia de Murcia, en Calasparra. Bien conocidos son los bosques de palmeras de Elche, cuyas cosechas compiten en los mercados con las de Oriente y Africa, y todas estas plantas, por el vigor y desarrollo que adquieren, denotan que aquel clima le es tan natural como el de los países en que mas extendidas se encuentran. Completan el conjunto los naranjos, limoneros, los granados, la vid, el algarrobo y el olivo, siendo de notar, que aun las sierras incultas producen el esparto, que se exporta en grandes cantidades, siendo preferido al de Argelia. El Sr. Rico y

Sinovas, compara este clima con un trozo desprendido de las Antillas ó de las islas de Sonda y hace observar, que en él se encuentran las mismas influencias metereológicas, incluso las respecto á la temperatura, hallándose compensada la mayor latitud con el abrigo de las sierras, el Mediterráneo y la influencia del Desierto de Sahara y los llanos de Castilla y Andalucía. De entre los terrenos de regadío correspondientes á la zona que estudiamos, merecen citarse la rica y extensa huerta de Murcia y su continuación la de Orihuela, los extensos llanos de Lorca y Totana y toda la región baja del Segura, siendo también de gran riqueza, aunque de menos extensión, algunas de las huertas de la Ribera alta del Segura, como la de Cieza, Ricote, Archena y en general todas las poblaciones comprendidas entre este último punto y Murcia. Según el Ingeniero ya citado, Sr. Botella, la fertilidad del suelo de aquellas huertas se debe al espesor de la tierra vegetal, al de los aluviones, á la fácil desagregación de la mayor parte de las rocas del terreno, la abundancia de margas, arcillas, calizas y areniscas y la frecuencia de los valles y planicies.

Como ejemplo de lo que en el país debe esperarse de un cultivo esmerado, siempre que el agua de riego no escasee, podemos citar el resultado obtenido recientemente en Totana.

Contigua á esta importante Villa y en dirección á Aledo, forma la sierra de Tercia un ligero recodo entrante, y deja entre su pié y la población una llanura, ligeramente ondulada, aunque con fuerte inclinación hácia el fondo del valle principal. Por este espacio corre el barranco que viene de Aledo, y procedente de algunos manantiales y de las filtraciones de su cáuce, se dispone de un pequeño caudal de agua, que á gran costa y empleándola con la mayor economía, para lo que se toman todas las precauciones imaginarias, se riega esta superficie, cuya extensión no llegará seguramente á 200 hectáreas.

Se dió principio al cultivo en las inmediaciones del pueblo, y para ello se desmontó el terreno compuesto de roca mezclada con tierras vejetales y detritus procedentes de

aquellas. La piedra se emplea en la construcción de cercas y muretes escalonados dejando para el cultivo toda la tierra interpuesta. Esta labor profunda, el espesor y la variedad de sustancias que componen la capa vegetal, la proximidad al pueblo y el empleo de las aguas de riego, han dado por resultado en pocos años la transformación de un verdadero erial, en uno de los sitios más productivos y á la vez más pintorescos de la provincia de Murcia.

El naranjo constituye el principal cultivo, y dá ya lugar á un importante comercio de exportación: con él alternan el limonero, la palmera, el granado y toda clase de exquisitas frutas y verduras. En la edad relativa de estos árboles, puede leerse la marcha progresiva que el cultivo lleva en esta zona, que principalmente en el pueblo, como hemos dicho, no se detendrá hasta el pié mismo de la montaña, ó hasta que el agua disponible no ponga un límite á su desarrollo; no se hará esto esperar, si no se encuentra el medio de aumentar el exíguo caudal del barranco de Aledo.

Desgraciadamente, todas estas ventajas se obscurecen en parte por la inseguridad en las cosechas debida á las sequías prolongadas, y muchas veces también á las temibles avenidas que destroza aquel país, de cuyos elementos de riqueza puede formarse una pequeña idea por lo que antecede. La carencia constante de aguas, perjudica en efecto á los agricultores de aquellas regiones y esto, bajo dos aspectos distintos; primero por la irregularidad en las cosechas, tanto de secano como de regadío, pues aun para grandes extensiones de estas últimas tierras, faltan con frecuencia las aguas; segundo, porque la escasez de estas, no permite un desarrollo creciente de los riegos. Bastará comparar en prueba de esto, los precios de las tierras de secano con las de regadío, y citar los extraordinarios que adquiere el agua en Lorca, en donde no vá aneja á los predios, como sucede en Murcia.

En el quinquenio de 1860 á 1864, el año que alcanzó el máximo de la venta de aguas en Lorca, produjo 2,571,123 reales y el mínimo fué 813,719 reales.

En el cuadro siguiente aparecen los precios medios del

terreno de secano y regadío en Murcia, Orihuela y Totana.

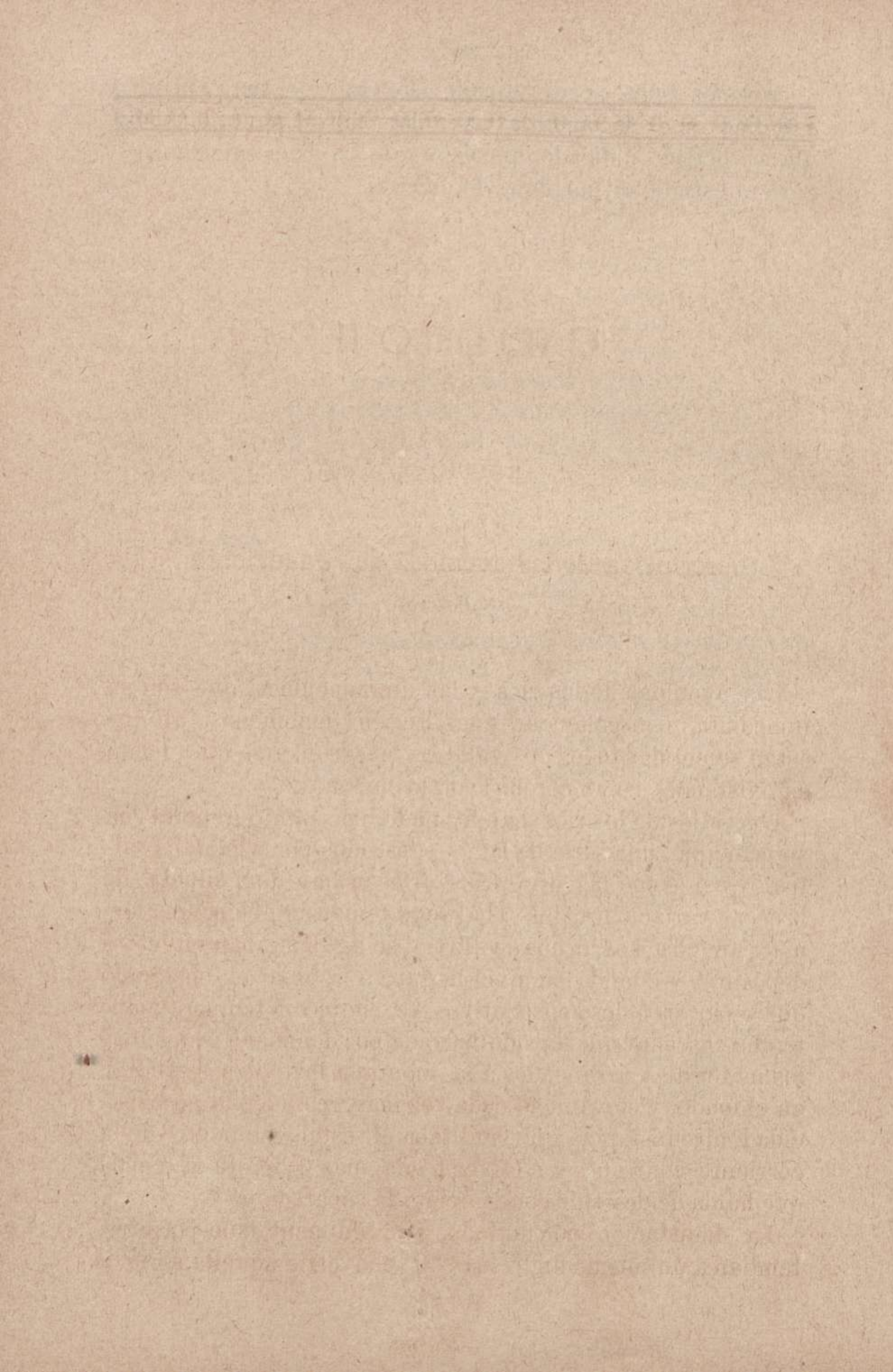
|                    | Término medio<br>del precio por hec-<br>tárea. |                 |
|--------------------|------------------------------------------------|-----------------|
|                    | Regadío.                                       | Secano.         |
|                    | <i>Pesetas.</i>                                | <i>Pesetas.</i> |
| Orihuela . . . . . | 7.000                                          | 600             |
| Murcia. . . . .    | 8.000                                          | 750             |
| Totana. . . . .    | 4.000                                          | 500             |

Prueban además, lo mucho que puede aumentar la riqueza del país, los siguientes datos; la superficie total de la provincia de Murcia, es de 1,800.811 fanegas, de las cuales en 1858, estaban en cultivo 1.056,296, siendo de secano 981,334 y de regadío solamente 74,952; es decir, poco mas del 5 por 100. Existiendo, entre aquellas, grandes extensiones capaces de ser trasformadas en regadío, y teniendo presente la comparación de los precios de unos y otros terrenos que acabamos de citar, puede fácilmente comprenderse los gérmenes de riqueza que encierra aquella region, si se llega algún dia á reducir, por lo menos, á cortos límites los estragos de las inundaciones y á un aprovechamiento racional, y tan completo como sea posible de las aguas que caen en las cuencas.

Advertiremos que una buena parte del terreno de regadío debe sus aguas á manantiales y pozos, como puede verse en los datos apuntados en el artículo primero. Por lo demás, aunque en general la organización, tanto técnica como administrativa de los riegos, en aquellas provincias, es excelente, y causa la admiración de propios y extraños, el aprovechamiento general de sus aguas, es á no dudarlo susceptible de mejoras y de aumento. No insistimos aquí sobre este punto, pues aunque nuestra mision se concreta al estudio de la defensa contra las inundaciones, esta cuestión está tan íntimamente ligada con el aprovechamiento de las aguas que no es posible estudiar la una sin ocuparse frecuentemente de la otra; por lo que podemos decir, que esta idea tendrá su natural desarrollo en todo el resto de nuestro trabajo.

Daremos pues, por terminado este capítulo, para entrar á estudiar en el segundo las avenidas bajo el punto de vista que ya hemos indicado, que es el que ha de servir de base para el estudio de las obras de defensa.





---

---

## CAPÍTULO II.

---

### ARTÍCULO 1.º

#### Descripción de las avenidas del Guadalentín.

---

Las avenidas de los ríos y las inundaciones, que son su inmediata consecuencia, constituyen fenómenos, al que están sometidos todos los valles, y puede decirse que hasta su existencia es un corolario de los mismos.

Los valles de los ríos han formado, por punto general en su principio, una serie de lagos separados por violentos saltos, y así como las divisorias ofrecen hoy una silueta de bruscas variaciones, los Thalwegs tenían también una forma parecida. Las aguas de lluvia se aglomeraban en estos depósitos, y cuando su nivel llegaba á rebasar el obstáculo que separaba á dos consecutivos, se establecía temporalmente una cascada, que ha sido borrada por denudación; además los materiales arrancados á la montaña iban depositándose en el fondo, y elevándolo cada vez mas, reduciendo su capacidad, circunstancia que facilitaba el establecimiento de la corriente continua y á la vez hacía mas poderosa la causa que habia de destruir por completo la separación.

La denudación por un lado, y la sedimentación por otro, tendían á un mismo fin, ó sea el de convertir aquella serie de

escalones y cascadas temporales, en una corriente continua y una pendiente mas uniforme, que en la actualidad forman nuestros rios y sus lechos, en los que los antiguos lagos están hoy representados por las vegas, y las caseadas ó saltos bruscos, por los desfiladeros ó estrechamientos tan comunes en los paises montañosos.

Esta manera de formarse los rios, viene confirmada por numerosos ejemplos en los Alpes y en los Pirineos, donde pueden observarse todos los estados porque esta trasformación pasa, hasta llegar á la situación definitiva de una corriente no interrumpida á la que tienden los rios.

Ahora bien, subsistiendo las causas, tienen forzosamente que subsistir los efectos; los agentes naturales descomponen y desagregan como antes los terrenos, las aguas de lluvia los arrastran en su marcha; y como el obstáculo que antes se oponían á su progresión, no ha desaparecido por completo, las aguas, procedentes de grandes lluvias siguen inundando los antiguos lagos, y depositando en ellos las materias arrastradas.

Verdad es, que desde el momento en que la corriente continúa se establece, una gran parte de estos aluviones sigue su marcha descendente hasta los valles inferiores ó hasta el mar: verdad también que al abrirse el rio un cáuce en sus propios arrastres, impulsa hácia abajo materiales de antiguo depositados, pero no es menos cierto que la elevación de los valles, si bien mas lenta desde el establecimiento de una corriente continúa, no se interrumpe por ello, y no se concibe que pueda cesar, ínterin el cáuce se haya elevado lo bastante para que el estrechamiento tenga una influencia insensible en la marcha de las aguas, los depósitos hayan elevado el valle lo bastante para que no se inunde, y el rio se haya creado en ellos el álveolo y la pendiente definitivos, en relación con el volúmen y condiciones de sus arrastres.

Si el agua abrió por denudación el portillo de roca en que está situada la presa del Pantano de Puentes, es indudable que el lecho debió ir en otro tiempo por la misma roca



¿cómo explicar, sino es por el levantamiento posterior del lecho y del valle la presencia de una capa de aluviones de 24 metros de espesor, que hoy recubre el terreno primitivo, y que ha sido necesario separar para fundar esta magnífica obra?

Y al paso que la denudación ha sido tan profunda en el desfiladero de Puentes, en los de Val-de-Infierno, del Quipar y el Argos, la roca está todavía á la vista; por consiguiente, así como en lo que se puede llamar primer período, son fáciles de observar los diferentes estados por que el rio pasa en la formación de su lecho, del mismo modo pueden marcarse también en diferentes rios, y aun en uno mismo, estados sucesivos de los valles, en los cuales la facilidad de inundarse viene á representar lo que en cierto modo pudiera llamarse su edad relativa.

Las inundaciones son, por tanto, un hecho natural en todos los valles, y aun necesario para su formación, y tanto mas frecuentes é invasoras son aquellas, cuanto más reciente es el estado de su valle en relación á las condiciones que á su formación concurren; y si las de Murcia revisten caracteres de suma gravedad, no es por que ellas se salgan, por lo general y como se verá, del cuadro común y ordinario de las correspondientes á los países quebrados y meridionales, sino muy principalmente, por la riqueza y la población que están aglomerados en la zona inundada, por los pingües resultados obtenidos con el cultivo en las inmediaciones de los rios, y por el empeño en todas épocas manifestado, y que quizá, tenga algo de temerario, de librarse de los males de las grandes avenidas, y utilizar en cambio las pequeñas en el riego y en el colmatage.

Esta tendencia de todas las épocas, y de casi todos los hombres del país que de sus inundaciones se han ocupado, ha sido traducida por la construcción de multitud de variadas obras, cuyos efectos son frecuentemente contrarios; y si á esto se agrega el abandono en que están y los abusos sin cuento á que ellas han dado ocasion, se comprenderá que aun no siendo las avenidas de esta comarca, un fenómeno que

no tenga semejante y aun mayores en otras, difícil será hallar algunas en que más graves hayan sido en todos tiempos sus consecuencias, y mayores sean hoy las dificultades que su remedio ofrecería al engolfarse en el verdadero laberinto de cuestiones á que daría lugar la corrección y ensanche de cáuces, la construcción de diques en Sangonera y otros procedimientos de detalle semejantes.

Y no se crea que sin motivo insistimos aquí, y en cierto modo contrariamos los deseos en general manifestados en el Congreso, que para tratar estas cuestiones tuvo lugar recientemente en Murcia; es en nuestro juicio, tan capital la importancia que en el asunto que se persigue, tiene la elección del sistema general de defensa, que si las razones en otro lugar expuestas, no demostrasen ya la conveniencia del que hemos de proponer y las ventajas que ofrece sobre el de las obras locales del Sangonera, que no corregirían las inundaciones, esta sola hubiera bastado para decidarnos, en contra de esto último, y así lo comprenderá todo aquel que haya tenido que hacer siquiera un solo expediente de expropiación.

No debe perderse de vista que el terreno y las aguas, tienen allí un valor inapreciable, que un cáuce largo y espacioso ha sido suprimido en absoluto sin que sea ya posible demostrar su dirección ni sus límites, que otros varios cauces han sido rotos, y los cajeros han desaparecido ó están inservibles en largos trayectos; y que todo ello está envuelto en la mayor oscuridad en lo que á épocas y derechos se refiere.

La administración de las obras se vería, pues, necesariamente envuelta desde el primer día en litigios interminables que concluirían por desesperarla, y la obligarían á abandonar un pensamiento tan generoso como útil y humanitario; y esto con el apláuso de todos aquellos (que serían muchos) á quienes las obras hubieran de contrariar en alguna manera.

Hechas, como de pasada estas consideraciones, para que con facilidad se explique la magnitud de las avenidas del Segura y sus afluentes, y las especiales dificultades del

problema, cuya solución reclama aquel país, pasaremos á reseñar aquellas con la aproximación que permiten los datos que nos ha sido dable adquirir, acerca de este fenómeno tan importante como poco conocido, en este y todos los rios que surcan nuestro territorio. Tendremos para ello presente que la zona mas gravemente inundada, es la confluencia del Guadalentín y el mar, donde se hallan las huertas de Murcia y Orihuela, dividiremos este exámen en dos partes, que son, la del Guadalentín hasta Murcia y la del Segura hasta su desembocadura, y esta división nos permitirá apreciar la parte con que cada una interviene en la producción del fenómeno, y la consiguiente energía de los medios que deben de aplicarse.

Cita el Sr. Baquero, en su discurso pronunciado en el mencionado Congreso, 19 grandes avenidas verdaderamente desastrosas para Murcia, ocurridas desde mediados del siglo xv, hasta la de 1884, y el Sr. Rico y Sinovas hace además memoria de alguna otra. Nótase al examinar las fechas de estos acontecimientos: primero, que al paso que en el siglo xv se recuerda una sola, la de 1445, en el siguiente se mencionan tres, en el siglo xvii seis, en el xviii otras seis y cuatro en lo que vá trascurrido del actual: segundo, que cuando tiene lugar una de ellas, se repite al poco tiempo, viniendo como pareadas; así por ejemplo, hay avenidas en 1545, y 1551, en 1651 y 1653, en 1731 y 1733, en 1879 y 1884.

El hecho primero pudiera explicarse por la dificultad de encontrar datos precisos, á medida que es mayor el tiempo trascurrido; y en cuanto al segundo, para el que no vemos explicación satisfactoria, solo diremos, que parece obedecer á las leyes desconocidas que, en el país y aun en toda la cuenca Mediterránea española, determinan alternativas, frecuentemente observadas, de largos períodos de sequía, interrumpidas por otros más cortos de abundancia como el actual.

También se advierte, que la mayor parte ocurrieron en el Otoño, y principalmente hácia mediados de Octubre; ejemplo, 18 de Octubre de 1545, 14 de Octubre de 1651, 19 de

Octubre de 1679, 5 de Noviembre de 1653. Vienen después las de Primavera, en los meses de Abril y Mayo; son raras en el Invierno y mucho mas aun en el Verano.

Estas observaciones que nada dicen con precisión, pueden ser, sin embargo, de gran utilidad en la organización del servicio general de las obras, por cuanto en cierto modo dejan preveer con alguna antelación la época de peligro. Así, por ejemplo, en los años abundantes y cuando en las montañas haya grandes depósitos de nieves, que puedan con bastante aproximación y facilidad conocerse y medirse, los primeros calores de la Primavera, sobre todo si van acompañadas de lluvias templadas, pueden dar ocasión á una gran avenida; y deben tomarse, en previsión, todas las precauciones que la prudencia aconseja, para que si llegase, las obras no pudieran tener consecuencias desagradables. Del mismo modo y aun con mayor motivo, la llegada del Otoño marca una época de gran peligro, principalmente en los años en que las tempestades han sido frecuentes durante el Verano.

Las causas determinantes de estos fenómenos, se exponen en otro capítulo de este documento, y en cuanto á sus efectos, son tan recientes y conocidos los que produjo la avenida de 14 de Octubre de 1879 que pudiéramos ahorrarnos este trabajo; lo haremos, sin embargo, respecto á una de las más notables la llamada de San Calisto, acaecida en 14 de Octubre de 1651, y que costó á Murcia 1,000 víctimas y la pérdida de dos millones de ducados. Dice acerca de ella el Sr. Baquero.

«Sábado 14 de Octubre de 1651, á las tres de la madrugada comenzó á llover con tanta fuerza que los mas recios edificios temblaban y á las seis, juntándose con el rio Segura los de Lorca y Mula y las ramblas de Nogalte y Sangonera, creció de suerte que inundó por completo la huerta; á las ocho acometió á la ciudad y rompiendo todos los reparos, dejola en breve convertida en un pedazo de Oceano. Por algunas partes subió tres estados la corriente. Tiró el convento de San Agustín y sus religiosos salieron con el Santísimo y la Virgen de la Rijaca. Tiró el convento de

Verónicas, el Cármen, la Trinidad de Capuchinos, cuyos religiosos tuvieron que salvarse á nado. Cayóse también el convento de San Antonio. Hechos pedazos los antiguos y fuertes paredones de la acequia de San Andrés, fueron arrasados todos los huertos y casas de aquél lado y las de todas aquellas calles hasta Vidrieros, Val de San Antolín y Puerta de la Traicion. En la calle de San Diego abrió el ímpetu del agua tan profunda ~~hija~~, que desplomándose un H sin suntuoso edificio desapareció en ella por completo. Paredes de argamasa y cantería, de una vara de espesor, cuya fortaleza parecía incontrastable, fueron descuajadas, encontrándose luego pedazos de ellas, de cincuenta y de cien arrobas, á distancia de una milla.

“ En la Catedral cubrió el agua las altas cajoneras, llegando hasta los púlpitos. Hubo que llevarse á la torre el Santísimo y allí celebraron la misa algunos meses.

“ En la huerta el destrozo fué completo. «La Raya, El Lugar de Don Juan, La Puebla y Los dos Mayorazgos de Verástegui» quedaron asolados. La avenida se llevó las barracas casi todas, y los aperos, ahogando los ganados y todo género de cabalgaduras. Perdiéronse todos los acopios. Las moreras y frutales que no arrancó el golpe del agua, tardaron años en volver á fructificar.»

Esta y otras relaciones semejantes que pudieran hacerse, y el recuerdo de las de 1879, bastan para demostrar la necesidad de poner remedio, dentro de lo posible, á tanto males; pero no bastan para nuestro objeto, que exige concretar, dentro de lo posible y en números, la magnitud de estos hechos extraordinarios.

Afortunadamente en el rio Guadalentín, que es el que más nos importa, podemos hacerlo respecto á las de 1879 y 1884; pues poseemos un estado de los volúmenes de agua entrados diariamente en el Pantano de Puentes, desde Mayo de 1883 hasta el final del año siguiente; conocemos también la altura á que llegó el agua en ambas avenidas en el puente nuevo de Lorca, cuyo desagüe es conocido, así como la pendiente y forma del lecho, en una sección bastante uni-

forme de aguas arriba; y por último también poseemos la altura máxima de la lámina de agua que vertió sobre la presa de puentes en 1884. Todo ello nos permite calcular su gasto máximo en estos dos puntos y deducir después el máximo también de la de 1879, quizá la mayor que se haya conocido en este afluente.

Pero no tratamos solamente de conocer el máximo de la avenida, sino también y con mas interés aun por exigirlo así nuestros proyectos, el volúmen total de ella, ó al menos, el correspondiente al período realmente peligroso; y esto vamos á hacer sucesivamente.

Cuando tuvo lugar la avenida de Mayo de 1884 la presa del Pantano de Puentes que estaba en construcción muy avanzada, tenia diferentes alturas; la general y mas elevada llegaba á 44,<sup>m</sup>50 de altura sobre el zócalo, en 132<sup>m</sup> de longitud; la parte Norte tenia 36,<sup>m</sup>00 en 12 y la Sur 38'50 en 20; el nivel del agua en el Pantano era 28,<sup>m</sup>20.

El rio creció desde las dos de la madrugada del 20 de Mayo, á razón de 0,<sup>m</sup>01 por minuto; empezó á verter por el portillo Norte, á las tres de la tarde; por el portillo Sur, á las cinco de la mañana del dia siguiente; por la coronación, á las nueve y cuarenta y cinco de la misma; llegó á la cota máxima de 42,<sup>m</sup>3 á las once, dejando de verter por la coronación á las doce; con estos datos, tomados por el personal encargado de las obras, podemos conocer la marcha ascendente de la curva de evacuación de la avenida.

En efecto, en las 13 primeras horas, y antes de salir el agua del Pantano, este almacenó, los 8.809.000 metros cúbicos, que caben entre las curvas 28'20 y 36'00. A las tres de la tarde, hora en que principió á salir el agua por el portillo Norte, el gasto era nulo; á las cinco de la mañana vertió ya por el portillo Sur; la lámina tenía entonces en el opuesto una altura de 2<sup>m</sup>50 y el gasto era de  $1.80 \times 12 (2,5) \frac{3}{2} = 85, \text{m} 32$ .

A las nueve cuarenta y cinco saltó el agua por la coronación; la lámina en el portillo Norte, era en aquel momento 5,<sup>m</sup>5 y en el Sur 3,0; por consiguiente, el gasto de los dos

portillos, era  $1,80 \times 12 (5,5) \frac{3}{2} \times 1,80 \times 20 \times 3 \frac{3}{2} = 461,6$

En el máximo el nivel tiene la altura de 42,3, y el gasto por los tres vertederos llega á 750,<sup>ms</sup>00. Desciende en seguida, y á las doce deja de verter por la coronación; en aquel momento el gasto vuelve á ser 461,60; conocemos, pues, cinco puntos de la curva de evacuación del Pantano, ó sea la de avenida debajo de él.

Pero no es esta la curva que deseamos conocer, sino la que representa la avenida natural, ó sea la que hubiera tenido lugar, si el Pantano no hubiera existido; y esta podemos obtenerla solo por aproximación, del modo siguiente.

El tiempo comprendido entre las tres de la mañana y las cinco de la tarde, lo dividimos en tres períodos, y medimos para cada uno el area de la curva de evacuación, al volúmen así obtenido agregamos, el almacenado durante este período, y dividiendo esta suma por el número de segundos que comprende el período, se obtiene una ordenada de la curva buscada.

El volúmen almacenado es el que cabe en el Pantano, en la capa que representa el incremento de altura durante el periodo, y este incremento se ha reducido gráficamente á la ecuación  $Q = m. l - h \frac{3}{2}$

Del volúmen almacenado antes de empezar á verter el agua por los portillos, y de la forma de la curva de gasto de entrada en esta primera parte, para que su área sea igual á aquel volúmen, se deduce la existencia de un primer máximo, que dadas las anteriores condiciones, se calcula inmediato á 400 metros por segundo.

Desde el momento en que principian á funcionar los dos portillos, hasta que vierte por la coronación, ya no podemos determinar la forma de la curva como anteriormente, pues dada la suma de los gastos, el incremento debería calcularse resolviendo un complicado sistema de ecuaciones; pero como conocemos las alturas cuando llega á verter por el segundo y por la coronación, podemos determinar un punto intermedio.

Además, empleando los medios indicados, puede conocerse

otro punto de la curva, correspondiente al período que media entre el que salva la presa y el máximo de evacuación; y por último el máximo de la de evacuación es punto común de ambas curvas. Entre estos dos últimos puntos de la curva de gastos de entrada, se halla su máximo; y aun cuando por la forma especial que afecta la curva así hallada, queda este poco determinado, facilita su conocimiento la condición de que, el área comprendida entre ambas, representa el volúmen de agua almacenada.

Así se han obtenido 1.100 metros proximamente, y el diagrama de estas curvas puede verse en la lámina correspondiente al proyecto de aliviadero de superficie del Pantano de Puentes.

A este propósito hacemos notar que aun cuando para la cuestión que ahora nos ocupa, hubiera sido conveniente obtener con exactitud este máximo, no tiene gran interés tal precisión en los cálculos, pues nosotros hemos de admitir un número holgadamente, superior al verdadero.

Observaremos, por fin, que si en vez de aceptar para el gasto por los vertederos el coeficiente 1,80, que hemos conservado de las apreciaciones hechas por el Pantano de Puentes, hubiéramos tomado el de 2,00, como hemos hecho en nuestros cálculos, y parece mas conveniente tratándose de grandes vertederos, el máximo del período de evacuación, hubiera sido 937,5 metros en vez de 750,0; y entonces hubiera aumentado también el hallado antes para el mayor gasto de entrada ó sea el de la avenida, que estaría al rededor de 1.350 metros.

La de Mayo de 1884, así definida, aunque quizá mas voluminosa en su conjunto, tuvo un máximo menos elevado que la de Octubre de 1879: en esta, las aguas rebasaron los diques que parten del puente recientemente construido en Lorca, y recrecidos posteriormente para que no pudieran ser rebasados por otra semejante.

Tendremos pues, un límite superior al máximo de esta avenida, si calculamos el volúmen de agua que por segundo



llevará el río entre diques con la altura de su coronación; y esto es lo que vamos á hacer.

Para ello se ha levantado el plano del río aguas arriba del Puente en el trozo mas apropiado al objeto; su cáuce vá entre diques y es bastante regular, y además se ha elegido la parte central, en que la corriente ha podido ya regularizar su movimiento y es poco sensible el efecto del remanso producido por el puente. Los perfiles 1 y 2 plano 3.º adjunto, cumplen sencillamente con estas dos condiciones, y entre ellos se han intercalado las secciones trasversales necesarias para el cálculo por el método de integración aproximada.

Puesto que tratamos de hallar el máximo de la avenida, que aproximadamente corresponde el máximo de altura de aguas, y puesto que en dicho período son pequeñas las variaciones de altura y del gasto, podemos suponerlas constantes en cada seccion, durante un período bastante largo, para que haya podido regularizarse el movimiento del agua, que podrá mirarse como dependiente solo de la inclinación y condiciones del cáuce; y por consiguiente el movimiento será entonces permanente y no existirá otra causa que la variación gradual de la sección para que el movimiento sea variado.

La ecuación relativa á este movimiento tomándola ya integrada es  $h = \frac{v^2 - v_0^2}{2g} + \frac{1}{g} \int_0^l \mathcal{C} ds$ ; en la cual  $h$  es la dife-

ferencia de nivel del eje hidráulico entre las secciones extremas "l=distancia que las separa,"  $\mathcal{C}$ =suma de las resistencias pasivas interiores y exteriores por unidad de masa,  $\frac{v^2 - v_0^2}{2g}$ =variación de fuerzas vivas entre las dos secciones,

también por unidad de masa.

Cuando  $v$  y  $v_0$  representan las velocidades medias exactas, es inútil afectar este último término de un coeficiente  $\Theta > 1$  como hacen algunos autores; nosotros le suponemos =1.

La suma  $\mathcal{C}_m$  de las resistencias es igual á la fuerza motriz

total de la masa comprendida entre las secciones extremas, ó sea á la componente del peso del agua en dirección de la pendiente; si pues,  $i$  representa dicha pendiente,  $\pi$  el peso específico y  $a$  la sección media, tendremos  $\delta_m = \pi a l i$ , por otra parte  $v = X \sqrt{R i}$  — Bazin Kuter y  $\left(R = \frac{a}{c}\right)$

siendo  $c$  el perimetro mojado, luego substituyendo

$$\delta_m = \pi a l \frac{v^2}{X^2 R} = \frac{1}{X^2} \pi c l v^2 \text{ de donde resulta para la resis-}$$

tencia por unidad de masa  $b = \frac{\delta_m}{X^2 a} = \frac{g c}{X^2 a} v^2$  la ecuación

$$\text{general se convertirá en } h = \frac{v^2 - v_0^2}{2g} + S_0^1 \frac{c}{X^2 a} v^2 d s.$$

En esta trasformación se emplea la fórmula de Bazin, por ser aplicable á las fuertes pendientes, en el caso del Guadalentín en Lorca en que es de 0,0059.

Poniendo en la anterior por  $v$  y  $v^0$  :  $\frac{Q}{a}$  y  $\frac{Q}{a_0}$  resulta

$$h = Q^2 \left( \frac{\frac{a - a_0^2}{2 a_0^2}}{2 g a_0 a} + S_0^1 \frac{c}{X^2 a^3} d s. \right)$$

llamando  $a_0 \dots a_1 \dots a_2 \dots a_n$  á las secciones sucesivas

$c_0 \dots c_1 \dots c_2 \dots c_n$  á los perimetros

$l_0 \dots l_1 \dots l_2 \dots l_n$  á las distancias entre perfiles

$X_0 \dots X_1 \dots X_2 \dots X_n$  á los coeficientes que son de

la forma  $X = \frac{1}{\sqrt{\infty + \frac{c}{R}}}$

é integrando por aproximación el término  $S_0^1 \frac{c}{X^2 a^3} d s$ , re-

$$\text{sulta } Q^2 S_0^1 \frac{c}{X^2 a^3} d s = Q^2 \left( \frac{c}{X^2 a^3} \times \frac{l}{2} + \frac{c_1}{X_1^2 a^3} \times \frac{l_1}{2} + \frac{c_2}{X_2^2 a^3} \times \frac{l_2}{2} + \dots + \frac{c_n}{X_n^2 a^3} \times \frac{l_n}{2} \right) \text{ y la ecuación de movimiento será}$$

$$h = Q^2 \left( \frac{1}{2} \times \frac{a_0 - a_n}{a_0 a_n} + \frac{c_0}{X^2 a^3} \times \frac{1}{2} + \dots + \frac{c}{X^2 a^2} \times \frac{l_n}{2} \right)$$

fácilmente aplicable al caso actual.

Para esto se ha dividido el espacio comprendido entre los perfiles extremos 1 y 2 que es 230 metros, en cinco partes por cuatro perfiles auxiliares equidistantes, resultando para los valores de  $l_1$   $l_2$   $l_3$   $l_4$ ...46 metros.

La altura del agua en el perfil primero tiene de cota en el eje hidráulico 314.<sup>m</sup>50 y la pendiente de dicho eje es la general del cáuce 0,0059 así resulta para la cota del eje hidráulico en el perfil número 2 313.<sup>m</sup>14 y el valor de  $h$  es 1.<sup>m</sup>36: las cotas de los puntos intermedios son respectivamente 314.<sup>m</sup>23—313,96—313,69 y 313,42: los demás datos para la aplicación de la fórmula figuran en el cuadro siguiente.

|                |                |             |                               |
|----------------|----------------|-------------|-------------------------------|
| $a_0 = 505,50$ | $c_0 = 122,00$ | $R_0 = 4,1$ | constantes para el cálculo    |
| $a_1 = 494,91$ | $c_1 = 125,46$ | $R_1 = 3,9$ | del valor de X                |
| $a_2 = 455,40$ | $c_2 = 122,92$ | $R_2 = 3,7$ | $\alpha = 0,0007$             |
| $a_3 = 398,52$ | $c_3 = 115,38$ | $R_3 = 3,4$ | que corresponden al caso      |
| $a_4 = 348,84$ | $c_4 = 108,84$ | $R_4 = 3,2$ | de cáuces con fondo y paredes |
| $a_5 = 298,30$ | $c_5 = 101,28$ | $R_5 = 2,9$ | irregulares y con piedras     |

Sustituyendo estos valores en la fórmula, y aplicando á sus diferentes términos el cálculo logarítmico resulta

$$Q = \sqrt{\frac{1,36}{0,000,000,61}}$$

$Q = 1,510,44$  por segundo.

La pendiente de 0,0059 adoptada para este cálculo, pudiera venir afectada de algun error, procedente del suelo desigual, formado por un cáuce de gravas; si pues en vez de ellas se toma la general del rio entre Lorca y Totana que es solo 0,005, el gasto seria de 1373,0 que es casi idéntico al calculado por el procedimiento anterior en el Pantano de Lorca.

La expresión  $S \int_0^l \frac{c}{X^2 a^3} ds$  puede integrarse directamente, si se observa que entre las secciones  $a_2$  y  $a_3$ , las diferencias entre los valores de  $a$  y  $c$  son constantes, y pue-

den ser representadas por  $a = m + n s$ ;  $c = p + q s$ , en los que  $m = 455$ ,  $n = 1,10$ ;  $p = 122$ ;  $q = 0,15$ .

El valor de  $\frac{1}{X^2}$  está comprendido entre 0,00059 y 0,00067;

puede por tanto ser mirado como constante, puesto que el error para las secciones extremas no llega á 0,00004. La integral se convierte entonces en

$$\frac{1}{X^2} \int_0^1 \frac{p - q s^3}{(m - ns)^3} ds = \frac{1}{X^2} \left[ p \int_0^1 \frac{ds}{(m - ns)^3} - q \int_0^1 \frac{s ds}{(m - ns)^3} \right]$$

La primera se resuelve en seguida y es  $= \frac{(m - ns)^{-2}}{2n} = \frac{1}{2(nm - ns)^3}$

y la segunda mediante un cambio de variable independiente se convierte en  $\frac{m}{2n^2(m - ns)^2} = \frac{1}{n^2(m - ns)}$ ; haciendo esta sustitución en la fórmula general del movimiento, tendremos:

$$h = Q^2 \left( \frac{1}{X^2} \left( \frac{p}{2n(m - ns)^2} + \frac{q}{n^2(m - ns)} \right) \left( 1 - \frac{m}{Q(m - ns)} \right) - \frac{p}{2nm^2} - \frac{q}{2n^2m} + \frac{a_0^2 - a^2}{2ga_0^2} \right)$$

y haciendo en ella  $l = 138,0$ ;  $h = 0,82$  y  $n = 1,1$ , resulta para Q.

$Q = 1,264,33$  metros cúbicos por l<sup>2</sup>.

En la duda de cual de estos valores sea mas aproximado, optamos por el mayor ó sea 1,510 para colocarnos en el caso mas desfavorable.

Fijado ya el gasto máximo de la avenida de 1879 en Lorca, veamos de hacer lo propio con su volúmen, y para esto nos encontramos, primero, con el informe dado por la Comisión de Ingenieros que á raíz del suceso recorrió aquellos lugares, segundo, con la opinión de una persona ilustrada, testigo presencial de los hechos y tercero, con la medición hecha por el personal encargado del Pantano de Puentes, de

la avenida de 1884 que aunque menos elevada que la de 1879, fué quizá tan voluminosa por su larga duración.

La Comisión de Ingenieros, dice que la tormenta descargó en una zona de 150 kilómetros de superficie y que aun cuando el mayor volumen fué por el Guadalentín, una parte tomó la dirección de Almanzora, y á ella fueron debidos los desastres de la provincia de Almería; y el resto fué á los otros afluentes del Segura, cuyo origen está como todos ellos en el mismo núcleo de montañas. La duración del fenómeno fué muy corta y un hecho casual que cita, la permitió calcular por aproximación y por defecto, en 90 millones de metros cúbicos, el volumen total de la lluvia.

Pocos datos podemos añadir para comentar algo más esta apreciación: solo diremos que por varios informes, contestes todos y tomados en la localidad puede afirmarse que la lluvia duró unas cuatro horas, y aun cuando al poco rato de principiar, calmó algo durante media hora, fué para volver de nuevo con mas intensidad.

Si los noventa millones calculados por la Comisión, los elevamos hasta ciento para tener en cuenta los temores de una apreciación por defecto y si además admitimos que por la abundancia y corta duración de la lluvia los  $\frac{4}{5}$  de ella corrieron por los cáuces, tendríamos 80 millones para el volumen que produjo la inundación. Pero si esto se repartió principalmente, entre el Guadalentín y el Almanzora, que apesar de tener mayor cáuce, fué capaz de producir grandes males, bien puede en consecuencia suponerse, que, la cuarta parte tomaría esta dirección y entonces quedaría como máximo para el Guadalentín, solo un volumen de 60 millones.

No está muy distante de esta apreciación, la hecha por el catedrático Sr. Museros, quien admite un máximo de 2.000 metros cúbicos por segundo en Lorca y 8 horas de duración con lo que obtiene 58 millones para el volumen total, prescindiendo, como dice, del agua que bajó después y que encauzada ya no produjo males de consideración.

Mirado en conjunto su resultado, pudiera considerarse próximo á la verdad, pero sus detalles son inadmisibles.

Hace primeramente caso omiso del volúmen correspondiente al período de ascenso y de descenso, que no pueden ser ciertamente despreciados. Supone después, que el rio se mantuvo 8 horas en el período de plena, lo cual no sucedió ni puede admitirse, tratándose de una lluvia corta y de un rio torrencial y de corta longitud; semejante hecho solo puede tener lugar en corrientes de importancia, con buen número de tributarios y muy variadas confluencias. Teniendo, pues, en cuenta la manera como se reparten en general las aguas entre los tres períodos de una avenida y que un volúmen de 400 á 500 metros cúbicos por segundo, no produce en Lorca graves inundaciones, y de consiguiente, que entre los vúmenes no apreciados por dicho señor, pueden estar los indicados; y admitiendo como probable el volúmen de 58 millones, hay que rebajar notablemente así el período supuesto á la plena, como el volúmen asignado á la misma.

Mas concreta que estas apreciaciones, tenemos la hecha en el Pantano de Puentes, durante la avenida de 1884 y de que hemos dado detalles al ocuparnos del cálculo de su máximo: la curva allí obtenida representante del volúmen, asigna á esta 33,50 millones durante el tiempo comprendido entre el origen y el momento en que descendiendo, ya deja de rebasar la obra; si pues á esta se le agrega el que pasó hasta el final, deducido de los estados que poseemos, llegamos á un total de 64 millones.

La curva mencionada, de la que se conoce toda su rama ascendente y parte, del resto; los máximos examinados y por último, este volúmen, permiten conocer con bastante aproximación las avenidas del Guadalentín, en los años 1879 y 1884; los cuales, y por exceso de precaución, hemos encerrado dentro de un poligono que representa nuestra avenida tipo; la cual, con la seguridad de que en todas sus fases es superior á las indicadas, ha servido de fundamento á nuestros cálculos y apreciaciones. Solo procediendo así, puede tenerse la seguridad, dentro de lo que en estas cuestiones es factible, de que la avenida tipo es superior al menos á las que hasta hoy han tenido lugar y se conocen en el

país como mas desastrosas; y cuyos límites parece que no han de ser rebasados en lo sucesivo, sin que sea posible asegurar nada en contrario.

Ahora bien, como las confluencias anteriores se refieren á la confluencia de los Rios Velez y Luchena, que reunidos en el Pantano de Puentes, forman el Guadalentín; y como sus cuencas están próximas y son muy semejantes en todas sus condiciones, hemos dividido en dos iguales las avenidas tomadas como tipo para cada uno: y una de ellas es la representada en la figura de la lámina cuarta, su volúmen es de 38.650000 metros cúbicos, lo que dá para las dos 77.300.000, bastante mayor que cualquiera de las analizadas anteriormente, y su máximo llega á 850 metros cúbicos por segundo que dá 1.700,00 metros para el máximo total, mas elevado también que el deducido para Lorca de las consideraciones expuestas.

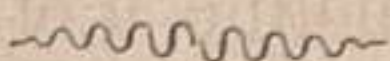
En otro capítulo y con otro objeto, se estudia la marcha de las avenidas de este afluente hasta su reunión con el Segura, y valiéndonos del aforo que aproximadamente ha podido hacerse en el puente de Totana, 20 kilómetros por debajo de Lorca, en el que se conoce el desagüe, altura del nivel y la pendiente del rio en relación á la avenida de 1879; se ha obtenido un volúmen de 1,450,<sub>m</sub> 00. Esto demuestra que las grandes avenidas, cuyo origen está siempre en la parte montañosa de la cuenca, incomparablemente más extensa que la inferior, aumenta en muy poco con el agua que le aportan las ramblas inferiores, á pesar de ser numerosas y alguna de ellas como la de Nogalte, de largo curso y abundante caudal. En cierto modo puede decirse que desde Lorca hasta Totana, se equilibran las afluencias con el descenso gradual de la avenida, y á ello contribuyen el desaguar todas en el valle de Lórca, donde forman extensos conos de deyección cultivados, sobre los que se esparce el agua en pequeñas láminas, y es en gran cantidad absorbida por el terreno.

Las inferiores á Totana, no deben ejercer gran influencia sobre la avenida general, no porque carezcan algunas de

ellas de importancia, sino porque su situación muy baja hace que las aguas se adelanten muchas horas, dificultando así su coincidencia; de todos modos no hemos podido medir, ni aun por aproximación sus grandes aguas, si bien podemos decir que los afluentes por la derecha, tienen solo unos 6 kilómetros de desarrollo máximo, lo que demuestra su escaso caudal; las de la margen opuesta, llegan hasta el triple y pueden contribuir á prolongar la avenida del río.

## ARTÍCULO 2.º

### Descripción de las avenidas del Segura y afluentes superiores.



Analizadas ya las condiciones del régimen propio del Guadalentín en sus épocas anormales, y habiéndonos detenido en ello, mas quizá de lo conveniente, abreviaremos lo relativo á los demás afluentes del Segura. Las condiciones extremadamente torrenciales de la zona montañosa en aquel afluente, dan especial carácter de gravedad á sus avenidas; gravedad que es mayor por cuanto atraviesa una ciudad baja y tan notable como Lorca, la poblada huerta de Murcia, y desagua además frente á la capital que ha invadido en muchas ocasiones.

Por otra parte, todos los afluentes de la margen derecha del Segura, y aun este mismo río, que tiene una marcadísima inflexión hácia el Sur en su origen, parten del mismo núcleo de montañas, y deben sus grandes aguas á idénticos fenómenos metereológicos y casi siempre á unos mismos y por consiguiente, las condiciones de sus avenidas tienen



que ser semejantes; y si sus efectos sobre Murcia no son tan marcados, mas que á otra cáusa débese esto á la mayor distancia á que en general se encuentran de dicha capital.

Si, pues, para sus avenidas tomamos como tipo las del Guadalentín, no estaremos lejos de la realidad y mas bien que por defecto habremos pecado por exceso; y la asimilación es tanto mas necesaria, cuanto que los datos que acerca de los afluentes poseemos, son escasos y bastante mas inciertos, que los del Guadalentín.

Para conocer el máximo de la avenida en los afluentes en que se proyectan algunas obras, se han aforado los rios partiendo de las alturas á que llegó el agua en la de 1879, y para conocer las fases de la misma, han servido las noticias adquiridas por varios conductos y medios en la localidad; no es difícil adquirir por este origen datos algo aproximados, porque los hechos de una avenida tan extraordinaria quedan bien grabados en la memoria del vulgo, y son gráficamente expresados por las alturas á que alcanzó el agua en un puente, molino ú otros puntos igualmente fijos, y que no faltan en los cáuces ó sus inmediaciones. Los resultados así obtenidos adquieren cierto grado de confianza, si se ajustan á lo que por comparación con el Guadalentín, y habidas en cuenta sus relativas vertientes, debian obtenerse. De todos modos y siguiendo aqui la marcha que nos hemos trazado, no solo se han aumentado las máximas, sino que la curva resultante de la avenida ha sido envuelta por otra mayor, que ha servido de punto de partida á nuestras investigaciones y dá gran probabilidad de que alcanza á todas aquellas de que en el país se tiene conocimiento.

En el rio Mundo, por ejemplo, hay un puente de fábrica en el sitio llamado Baño de la Vicaria, término de Hellín, en el cual la avenida de 1879 ocupó todo su desagüe, pero que no llegó á rebasar la obra; se conoce dicho desagüe y la pendiente del rio, y con estos datos se ha llegado á un volúmen máximo aproximado de 620 metros cúbicos por segundo. La curva de avenida adoptada, tiene sin em-

bargo 900 metros de ordenada máxima y envuelve además á la real; cuyos detalles pudimos obtener de noticias circunstanciadas debidas á un labrador que allí habita há largos años, y conoce muy bien la historia de las avenidas del río.

La población de Calasparra, situada sobre el Segura, y en cuyas inmediaciones afluyen el Argos, Moratalla y Quipar, constituye por esta causa un excelente punto de observaciones: allí hemos tenido también ocasión de conocer á D. José María Cañizares, persona que á sus pocos comunes estudios científicos, reúne gran conocimiento del país y la mas decidida afición á las cuestiones hidráulicas. Según él, la lluvia de 14 de Octubre, duró desde las doce del dia hasta las tres de la tarde con carácter torrencial, y en este plazo pudo medir con el pluviómetro una capa de 40 milímetros; se prolongó después hasta entrada la noche, y en este segundo período obtuvo 18 milímetros; advierte también que la lluvia fué mayor en la parte montañosa y en dirección al Sur. Halló que el agua del Segura habia salvado la presa de Rotas situada encima del pueblo con una lámina de 3 metros de espesor, sin contar en esto la inflexion propia de la lámina; estos datos, con la longitud de 55 metros que tiene la presa, y teniendo en cuenta además la velocidad de llegada, nos han permitido calcular aproximadamente un gasto máximo de 748,00 metros cúbicos por segundo, al que todavia habrá que agregar antes de llegar á Murcia, el agua aportada por los afluentes mencionados, la del Caravaca, las pequeñas afluencias comprendidas entre todos ellos y todas las de la margen izquierda, incomparablemente menores por la proximidad á que se encuentran la divisoria.

Admitiendo aquí la compensación entre estas dos últimas afluencias y el desvanecimiento gradual de la avenida, á lo cual, creemos nos autoriza lo dicho acerca del Guadalentín, á falta de otros datos, tendríamos que para un caso muy desfavorable, aquel en que se sobrepusiesen los máximos de las avenidas de los rios Segura, Argos y Quipar,

podrían llegar á Murcia por el principal unos 2270 metros por segundo, esto tomando para cada uno de ellos volúmenes que exagerando la previsión, se han aumentado al menos en un cuarto de lo que son realidad.

La lluvia observada en Calasparra, está por otra parte bastante conforme con la media que se toma como general para todas las cuencas de estos rios y aun cuando este punto no estaba precisamente en el centro de la tempestad de 1879, si hubo sitio en que la lluvia fué mas considerable, hubo en cambio otros en que fué menor y aun hasta ordinaria; así las avenidas que nos sirven de punto de partida son muy probablemente envolventes de las que en estos rios se verificaron en dicho año.



1850

THE

OF

AND

THE

OF

OF

OF

OF

OF

---

---

## CAPÍTULO III.

---

### ARTÍCULO 1.º

Generalidades, acerca de los medios propuestos  
contra las inundaciones.

---

En el capítulo anterior hemos estudiado las crecidas de la cuenca, objeto de nuestros proyectos, y hemos apreciado con la aproximación que permiten los escasos datos que poseemos, la importancia, magnitud y régimen de las grandes avenidas, en la cuenca del Segura.

Procede estudiar ahora los medios que se han propuesto para atenuar los efectos de las avenidas; pero consiguientes con nuestro propósito de abreviar en lo posible este trabajo, y en atención á la multitud de cuestiones que debemos tratar, nos vemos precisados á reducir este estudio á una sencilla enumeración y comparación de los sistemas que se han propuesto, cuya exposición completa nos conduciría á dar á este escrito una extensión desmedida, retrasando la exposición de lo verdaderamente práctico, que es nuestro principal objeto. No tratamos al proceder así, de omitir ningún razonamiento importante, siempre que esté encaminada una elección acertada de las obras que hemos de proponer: y al estudiar aquellas completaremos, hasta donde nuestras fuerzas lo permitan, todas las cuestiones que juzguemos

necesarias para establecer sobre sólidas bases, el plan de defensa que sometemos al ilustrado criterio de la Superioridad.

Muchas son las cuestiones que se estudian en materia de inundaciones, y muy pocas las que están resueltas de una manera definitiva; pues al estudiar lo mucho que sobre este difícil problema se ha escrito, solo se encuentran opiniones, generalmente contrarias, y rara vez perfectamente conformes. Atendiendo á que en ocasiones, depositan un limo beneficioso, sostienen algunos autores que las inundaciones, son mas bien útiles que perjudiciales; que los interesados ponen de relieve los males, ocultando siempre los beneficios etc. Inútil creemos entrar nosotros á discutir esta cuestión, ya completamente resuelta respecto á las inundaciones en las provincias de Levante, por las Juntas de Socorros y Comisiones de Ingenieros Agrónomos, creadas á consecuencia de los desastres ocurridos en 1879. Siendo del dominio público en toda Europa el conocimiento de aquellos *beneficios*, creemos ocioso insistir sobre este asunto, mayormente habiendo la Superioridad manifestado su opinión ilustrada, en el hecho de crear la Comisión encargada de estudiar los medios de defensa.

Antes de entrar en la enumeración de los diversos sistemas que se han propuesto, haremos constar que no somos partidarios de ninguna escuela; que á todos los sistemas reconocemos ventajas é inconvenientes que le son anejos y que en nuestra humilde opinión, todos poseen buenas y malas cualidades, no pudiendo ninguno de ellos aceptarse como remedio universal, ni desecharse en absoluto, como absurdo, no siendo extraño que si se estudiaran un gran número de cuencas, se hallaría ocasión de aplicar racionalmente casi todos; es mas, creemos que en gran parte proviene la perplejidad en que deja la lectura de las obras que tratan de estos asuntos, de la exagerada generalidad que han pretendido dar sus respectivos patrocinadores á los procedimientos que proponen; quizá no se llegaría á las desconsoladoras conclusiones de Dupuit, si se abandonara la idea de buscar un remedio general.

Persuadido cada inventor de que su sistema es el mejor, y olvidando el profundo aforismo que se lee en las obras de un eminente filósofo español contemporáneo: *El mayor abuso es el que se hace de lo mejor*, ha pretendido cada cual presentar su solución como general, dando lugar á estériles é interminables controversias en que solo se señalan ventajas en el sistema que se defiende y defectos en todos los demás.

Nosotros no pretendemos tomar parte en tales debates, pues ni es esta nuestra misión, ni presumimos hasta tal punto de nuestras débiles fuerzas; pero es lo cierto, y esto lo probaremos fácilmente en lo sucesivo, que hay casos particulares á los cuales no alcanzan las objeciones de carácter general, hechas á varios de los sistemas propuestos por sus mas decididos impugnadores, á pesar de ser estos verdaderas lumbreras en las ciencias del Ingeniero.

Se concibe, en efecto, que en muchos casos particulares pueda obtenerse, combinando unos y otros, tomando de cada uno lo mas apropiado al caso y lo reconocido como bueno, una solución, si bien no completamente satisfactoria, al menos aceptable. Para justificar estas ideas, permítasenos citar algunos ejemplos.

15 Al tratar de los canales de derivación, han hecho casi todos los Ingenieros que se han ocupado de este asunto un razonamiento análogo al siguiente, «Los canales de derivación reducen á primera vista; pero si se tiene en cuenta el caudal que han de conducir para aliviar en parte los perjuicios de las inundaciones, y se compara la sección que deberian tener para disminuir en pequeñas proporciones el cáudal de las avenidas, con las usuales en nuestros canales de navegación, ya muy onerosos, es evidente que su exagerado coste no estaria en relación con los males que se trata de evitar. Por otra parte, estos canales gigantescos no pueden generalmente llevarse á su primitivo cáuce; de donde resulta que no se ha hecho otra cosa que defender unos terrenos para inundar otros.» El proyecto de derivación del Guadalentín que presentamos, cuya idea es anti-

gua en el país y han acogido favorablemente antes que nosotros, muchos distinguidos Ingenieros que han visitado el terreno, prueba evidentemente la falsedad de aquel razonamiento, si se le quiere aceptar como completamente general. Es capaz de conducir un cáudal muy apreciable y se podría aun duplicar este caudal fácilmente, sin llegar ni siquiera á acercarse á las fabulosas sumas que en otros países se han consumido en obras encaminadas á este objeto; no necesita volver á la misma cuenca, sino que desagua directamente en el mar; y en cuanto á los daños que producirían las aguas derivadas ¿qué comparación cabe entre los que pueden producir en los yermos y estériles terrenos adyacentes á la rambla de Mazarrón, con los que ocasionan corriendo por las ricas huertas de Murcia y Orihuela? No insistiremos sobre este punto que quedará, lo esperamos, bien demostrado en su lugar oportuno.

Terminaremos esta digresión con otro ejemplo: se ha dicho en general por los detractores del sistema de depósitos: «Para reducir las avenidas á límites inofensivos habria que almacenar un número de metros cúbicos, que fijan en 241,216 millones, pasando todos de 200 millones.» Ante la magnitud de tales cifras se apodera el espanto de la imaginación y se juzga el sistema irrealizable en general; pero conviene advertir que dichas cifras se refieren á rios de gran importancia, y aun, prescindiendo ahora de otro orden de consideraciones, que mas adelante desarrollaremos, conviene antes de admitir con demasiada generalidad aquella consecuencia, estudiar la siguiente cuestión: ¿existen cuencas en que las avenidas sean desastrosas y que jamás hayan alcanzado aquellas cifras, en que la topografía y naturaleza de su región alta permita el establecimiento de depósitos capaces de almacenar el volúmen necesario en condiciones económicas? Indudablemente; la cuenca del Guadalentín es una de ellas; la avenida mayor que se cita en ella, y en esto están todos conformes, fué la de 1879, y el volúmen de las lluvias que la produjeron en Lorca, evaluada por la Comisión de Ingenieros resultó ser de 90 millones de metros



cúbicos para toda la cuenca partiendo del dato que juzgan exagerado de una altura de lluvia de 0'60 metros; aun partiendo de aquel dato, admitiendo para la cuenca del Guadalentín 80,000,000 y eligiendo el coeficiente de permeabilidad mas desfavorable de cuantos se han observado, ó sea  $\frac{1}{4}$  resulta que corrieron por la superficie 60 millones de metros cúbicos. Los antiguos Pantanos de Puentes y de Val de Infierno, sumaban una capacidad de 54 millones, según datos verídicos tomados de la memoria del Sr. Musso, y conformes con la capacidad del actual Pantano de Lorca, que es de 32 millones para 45 metros de altura (la antigua presa de Lorca tenia 50 metros de altura.)

Viniendo ya á la enumeración de las Obras de defensa contra las inundaciones, las consideramos divididas en tres párrafos.

**1.º Obras que se oponen directamente al desbordamiento.**

**2.º Obras que modifican el régimen de las aguas rebajando el nivel máximo.**

**3.º Medios indirectos.**

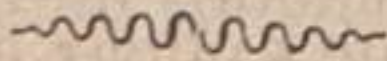
Al primer grupo pertenecen los diques longitudinales.

El segundo comprende los depósitos, los canales de derivación, la repoblación de montes, los diques trasversales de Mr. Vallés, las zanjás horizontales de Poloncean etc. y tambien el encauzamiento natural, que aun que difiere de los anteriores en su modo de obrar, en lo cual se asemeja al primer grupo, tiende á modificar sin embargo el régimen del rio, rebajando el nivel máximo.

El tercero comprende los medios que no evitan las inundaciones, sino que tienden únicamente á hacer mas llevaderos los perjuicios, como son las compañías de Seguros, el ahorro, la reglamentación de las zonas inundables, la elección de cultivos para estas zonas etc. No evitando, ni atenuando estos medios los efectos físicos de las inundaciones, no cumplen con el objeto para que fué creada la Comisión de estudios de las provincias de Levante, por lo cual prescindiremos de su estudio, contentándonos con mencionarlos.

ARTICULO 2.º

Diques longitudinales.



Es el medio que á primera vista ocurre, y consiste en interponer un obstáculo de suficiente resistencia entre las aguas y los terrenos que se trata de defender.

El mas sencillo de todos, alcanza una remota antigüedad, y no es fácil saber cual es su verdadero origen. El obstáculo es un dique cuya altura ha de ser mayor que la que alcancen las aguas en el punto defendido.

Muchas veces se han establecido dos órdenes de diques, unos para fijar la sección del cáuce de aguas ordinarias llamados sumergibles, situados á distancias variables de los primeros y que son los verdaderamente llamados á defender el valle contra las mayores avenidas, disponiendo convenientemente estos terrenos para que los perjuicios sean los menores posibles, pero que conservan sin embargo un valor importante, como sucede con las *golenas* del Pó.

Es evidente que cuando se aplica este sistema, no es necesario en general construir los diques en toda la longitud del valle y á ambos lados de la corriente. En el valle de la Loire, generalmente existen los diques insumergibles por un solo lado, corriendo el rio en la mayor parte de su curso al pié de una de las dos laderas del valle, caso en que no habiendo vega que defender puede suprimirse el dique cuyas veces hace el escarpe natural.

Se comprende también á primera vista la utilidad que tiene este sistema cuando se trata de defender una población situada en un ensanchamiento del valle, comprendido

entre dos estribaciones que avanzan al río. Basta, en efecto, arraigar el dique en los extremos de aquellas, para que no sea de temer que las aguas le cortoneen. Este caso se presenta con alguna frecuencia en la práctica, y es de los mas sencillos que pueden ocurrir.

Otras veces el río corre en parte de su trayecto por cáuces profundos en los cuales no desbordan las aguas, pudiendo sin embargo, sufrir los efectos de las inundaciones por desbordamientos que tienen lugar aguas arriba. Es evidente que en este caso habia que aplicar el remedio en los puntos en que se verifica el desbordamiento; pero el establecimiento de diques aguas arriba produce una elevación del nivel que luego examinaremos, razón por la cual puede ser necesaria la construcción de diques en la parte encauzada si se han de construir los que evitan el desbordamiento; su altura será en general pequeña y se determinará con arreglo á las consideraciones que expondrémos en breve. Según Mr. Duponchel se forman estos cáuces cuando los limos arrastrados por el río son arcillosos mientras que afectan la forma de una playa, sin márgenes bien determinadas, cuando son silíceos; arenas, gravas, etc. En los primeros, las aguas marchan acumuladas y el cáuce es, por lo general, poco variable; mientras que en el segundo, se extienden y cambia de forman de cáuce á cada avenida. En estos es donde son mas necesarios los diques; podrán también serlo en los primeros, pero siempre será menor su altura y mas fácil su establecimiento; en este caso podrán también convenir las obras de defensa de márgenes que tienden á conservar su forma favorable al cáuce y defienden los diques situados en la parte superior del escarpe, que sin estas obras podrian ser descalzados.

Puede deducirse de lo expuesto, que el encauzamiento de un río ha de estudiarse en conjunto, siendo generalmente perjudiciales las obras parciales que se establecen en puntos determinados sin darse cuenta de los efectos que han de producir en el régimen de la corriente y de su cáuce; en efecto, todo su encauzamiento estrecha la sección del río

y por lo tanto aumenta la altura de las aguas en la relación fácil de mostrar.

$$h' = h \sqrt[3]{\frac{l^2}{l'^2}}$$

en que  $h$  y  $h'$  son las alturas y  $l$  y  $l'$  los anchos del cáuce antes y después del encauzamiento. Pero además de esta causa, que es la que ocurre á primera vista, existe otra que también aumenta el nivel; consiste en el aumento del gasto en el período creciente de la avenida, por la supresión de todos los embalses aguas arriba del punto considerado, lo cual ocasiona un aumento de caudal máximo, y por consiguiente, un nuevo aumento de nivel. Se vé por lo tanto, la necesidad de determinar este nuevo incremento de altura debido al aumento de gasto en cada sección, para determinar la altura de los diques, una vez fijada su separación; y por lo tanto lo difícil y laboriosa que resulta esta determinación, si se hacen variar los anchos para determinar la separación más conveniente de los diques, teniendo en cuenta la variación de la superficie defendida.

En resúmen, el establecimiento de los diques longitudinales, debe llenar las siguientes condiciones: 1.º Que las aguas no salven la coronación de los diques en las mayores crecidas, sin lo cual, los daños serían mayores que sino existieran, tanto por la confianza que inspiran, como porque los materiales de la obra arruinada, serían arrastrados por las aguas, aumentando los efectos desastrosos del desbordamiento. 2.º Que los materiales empleados abunden en la localidad, pues de lo contrario, adquirirían las obras un coste excesivo. 3.º Que sus direcciones no produzcan perturbaciones en las de las grandes corrientes, que sin esta circunstancia serán un peligro constante para las obras y 4.º Que la zona defendida sea de suficiente extensión, para que las obras sean racionales, bajo el punto de vista económico.

En efecto, á medida que se aproximan los diques, la zona defendida aumenta; pero crece con mas rapidez la altura

que necesitan, y por consiguiente su coste á igualdad de resistencia. Podrá, pues, expresarse el coste en función del ancho (ó de la zona defendida) considerada como variable independiente y determinar el mínimo de esta función, algebráicamente, por una série de tanteos.

Terminaremos el estudio de este sistema, describiendo brevemente los encauzamientos del Pó y del Loira, con cuya comparación, Comoy ha reunido la teoría de los diques, y ha puesto en claro las condiciones antes enunciadas. haciendo ver los resultados obtenidos en ambos valles, satisfactorios en el Pó, en que aquellas están cumplidas, incompletos en el Loira en donde no se han tenido en cuenta.

El Pó en su región media, comprendida entre Cassale y el rio Pessaro, procedente de los Apeninos, y que se reúne al primero en Leguanos, corre por una vasta planicie limitada por los Alpes y los Apeninos, cuyo ancho oscila entre 50 y 80 kilómetros. La corriente marcha por la parte central de este valle, que se inundaba antes del establecimiento de los diques, pero hoy se encuentra defendido por aquellos, establecidos generalmente en ambas márgenes y enlazándose con otros que corren á lo largo de los afluentes para defender sus vegas.

La distancia que separa los diques ó ancho del eauce de las avenidas, es muy variable; rara vez es menor de 2 kilómetros, hasta Cremona; llega en algunos puntos hasta 6, y solo aguas abajo del Panvo, último afluente y ya cerca del mar, es de 300 á 500 metros.

Este sistema de defensa, es considerado como el mas eficaz que se conoce, por la buena disposición de los diques y por su conveniente separación y trazado. Hasta principios de este siglo ocurrieron frecuentes roturas y trazado en vista de la experiencia adquirida, se ha conseguido que las roturas sean muy raras.

Cada kilómetro de dique, defiende 680 hectáreas, lo cual demuestra la gran extensión del terreno inundable y justifica plenamente la gran separación dada á los diques, pues los resultados confirman que el eauce de avenidas es sufi-

ciente para dar paso á las mayores aguas, y la gran extensión que las obras defienden, compensar su coste.

Por el contrario, en el valle del Loira, el terreno defendido es mucho menos extenso, y las avenidas son mucho mayores. Las secciones anchas son dos, en el valle comprendido entre la desembocadura del Alleir y Nantes: la primera de 64 kilómetros y 4,70 kilómetros de anchura media, situada agua-arriba de Augers; y la otra de 77 kilómetros, con 5,40 de ancho, que es la de Orleans.

Ya hemos indicado, que solo se han construido los diques por ambos lados, cuando el rio cambia de ladera. La separación media varía de 790 á 1620 metros, llegando en algunos puntos á 500, á 300 y aun á 230 metros.

La longitud de diques construidos, es de 484 kilómetros y el terreno defendido 95,000 hectáreas, resultando que un kilómetro de dique, defiende 197 hectáreas de terreno inundable.

El siguiente cuadro, reúne los principales datos que deben compararse en ambos encauzamientos.

| RIOS      | Superficie de la cuenca. | Magnitud de las avenidas. | Superficie defendida. | Longitud de los diques. | Separación media de los diques. | Superficie defendida por kilómetro de dique. |
|-----------|--------------------------|---------------------------|-----------------------|-------------------------|---------------------------------|----------------------------------------------|
|           | <i>Klmtrs.</i>           | <i>Mts. cúbs.</i>         | <i>Hectáreas</i>      | <i>Klmtrs.</i>          | <i>Klmtrs.</i>                  | <i>Hectáreas</i>                             |
| Pó. . .   | 69,500                   | 5,000                     | 324,500               | 514                     | 2'18                            | 630                                          |
| Loira . . | 115,000                  | 9.000                     | 95,620                | 484                     | 1'09                            | 197                                          |

Si recordamos que los diques del Pó resisten en general y en ellos son raras las roturas, y añadimos que los de la Loira han sufrido numerosas roturas en las avenidas de los años 1846 y 1856, es fácil deducir que los diques de este último rio, de mayor cuenca y de mayores avenidas, deberían tener una separación mayor que los del Pó, ó una resistencia mucho mayor también; y en ambos casos disminuiría enormemente su utilidad, pues ya la superficie es pequeña comparada con la del Pó, como resulta del cuadro precedente.

Todo esto pone de manifiesto los inconvenientes que se

atribuyen á los diques longitudinales, que se han indicado en su mayor parte. Los principales, son el exigir una gran altura y una gran resistencia, que ocasiona un coste extraordinario si se han de aplicar á valles estrechos, y en este caso precisamente tienen menos utilidad; hay dificultad de determinar la altura necesaria y de proporcionarles la debida resistencia, pues la experiencia prueba que en los casos análogos al del Loira han experimentado roturas de consideración y ya hemos indicado que entonces es cuando agravan el mal. La dificultad de darles la debida resistencia estriba muchas veces, en la permeabilidad de los materiales que, por necesidad, se tienen que emplear, pues ya hemos dicho que generalmente es preciso aceptar los que ofrece cada localidad; y se comprende fácilmente que siendo permeables no pueda nunca responderse de su resistencia.

Hemos indicado el aumento de altura y por consiguiente de velocidad y caudal máximo, que resulta de la supresión de los embalses, citando la demostración de Comoy, que quedará aclarada y convenientemente desarrollada al estudiar el régimen de los pantanos.

Otro de los inconvenientes que se les atribuye, es el arrastre de los limos fecundantes al mar.

Los diques que limitan el cáuce de aguas bajas, además de evitar la sumersión del terreno comprendido entre estos y los diques de grandes avenidas, contribuyen á aumentar la altura del agua, no solo por las razones que hemos expuesto, sino favoreciendo además la socavación del fondo cuando su naturaleza se presta á ello, y cumplen así un nuevo objeto, mejoran la navegación, pero bajo este punto de vista tienen el inconveniente de aumentar la velocidad, razón por la cual se prefieren generalmente en la actualidad para este objeto, los diversos sistemas de presas móviles.

Reconocidos los inconvenientes que hemos mencionado del encauzamiento de la Loire, por la Comisión de Ingenieros nombrada á consecuencia de las inundaciones de 1866,

en que hubo numerosas roturas, aquella Comisión propuso la construcción de vertederos, que permitiendo el desbordamiento en ciertos puntos, evitaran las roturas, disminuyendo así los perjuicios y obteniendo al mismo tiempo la ventaja del depósito de los tarquines; así se consigue en gran parte evitar los perjuicios debidos á la velocidad, pero siempre quedan subsistentes los demás, como pérdida de las cosechas, invasión de las viviendas, daños en las obras de todas clases, etc.

Terminaremos con una observación; algunos Ingenieros, han propuesto emplear los diques como complemento de otros sistemas, que rebajen el nivel máximo. Otros han rechazado esta idea, fundándose en que de construir diques vale mas contentarse con ellos, dándoles la debida resistencia á cambio del desembolso que exigirían las obras ya citadas. Creemos sin embargo, que no es difícil que existan casos, en que los diques solos, resultasen de alturas ó separaciones que hicieran económicamente imposible su empleo, mientras que su coste podría ser aceptable complementados por otros medios, resultando el gasto total del conjunto de estas obras menor que el de los diques solos. Basta en efecto observar el gran aumento del coste de los diques, á medida que su altura aumenta, sobre todo si ésta excede de las usuales, y la falta de seguridad de su resistencia, en este caso, para comprender la gran economía que puede producir en ellos un pequeño descenso del nivel máximo de las aguas. Recordaremos que los diques del Pó, que se citan como el modelo de la aplicación de este sistema, son en realidad complemento de la regularización que producen los lagos que aquel atraviesa en su origen. Esta es, á no dudarlo, la razón de que sus avenidas sean mucho menores que las de otros rios de condiciones análogas, en cuanto á su clima y extensión de la cuenca.



Pantanos.

---

Se propuso la idea de aplicar los grandes diques trasversales á moderar las crecidas de los rios, á consecuencia de las observaciones hechas por Mr. Boulangé durante las avenidas de la Loire en 1846, sobre la acción que ejercieron en aquellas los diques de Pinay y de La Roche.

Estos diques, que producen un estrechamiento en el rio, están formados por dos espigones arraigados en las laderas de un desfiladero natural y fueron construidos en 1711, probablemente con objeto de moderar las crecidas como lo afirman los Ingenieros Mr. M. Collignon y Boulangé; por por mas que Dupuit pretende que fueron construidos sin otro objeto que el de acallar las continuas quejas de los pueblos inmediatos contra la demolición de algunas rocas, llevada á cabo para mejorar la navegación. La idea es tan sencilla que es muy probable alcance una remota antigüedad; y aunque no es fácil encontrar datos sobre esta cuestión, se cita la escavación de un lago artificial de gran extensión en la vega del Nilo, que se llevó á cabo en tiempo de la dinastía de los Faraones, con objeto de arrojar á él el exceso de las aguas de las avenidas y aprovecharlas luego con una red de canales de riego que de él se derivan y que como se vé no es otra cosa, que una aplicación del sistema que estudiamos.

Es en verdad sorprendente que la mayor parte de las objeciones que se han hecho á este sistema, á pesar de haber tomado parte en el debate Ingenieros tan eminentes como Dupuit, hayan procedido de haber prescindido del verdadero modo de funcionar estos reguladores. A consecuencia de la memoria en que Mr. Boulangé reconoció la acción de los diques mencionados, y propuso un sistema de 24

presas para atenuar los efectos de las crecidas de la Loire, Mr. Dupuit escribió otra en que se declaró decididamente opuesto al sistema, impugnando además el cálculo de Mr. Boulangé sobre la importancia del embalse. La autoridad de Dupuit contribuyó no poco á desacreditar, por entonces, el sistema; pero los trabajos mas recientes de monsieur Graelf y sus experimentos verificados en 1866 en los mismos diques, han venido á dar la razón al primero y ha colocado la cuestión en su verdadero terreno; así lo ha reconocido la Academia de Ciencias de París, que en el informe de este trabajo, ha emitido su opinión favorable al sistema, como fundado en una teoría matemática.

Es lo cierto que hoy se nota una verdadera reacción en favor del sistema, al menos considerado en teoría, y nadie admite ya las antiguas consideraciones de Dupuit después de los trabajos de Graelf. Así lo tiene ya reconocido la superioridad, que ha tratado de poner en práctica este sistema, publicando el decreto de 21 de Abril de 1881, cuyo artículo cuarto, dice: *«Se estudiarán también en los principales afluentes del Guadalentín los puntos mas apropiados para construir presas de embalse que, recojiendo las aguas en grandes pantanos, permitan regularizar el caudal del rio, destinándolas además al riego, cuyas obras, conocido que sea el proyecto, se auxiliarán por el Estado en la forma y cantidad que legalmente se determine.»*

En la obra de Dupuit se encuentran resumidas todas las principales objeciones que se han hecho al sistema. Presentamos pues estas objeciones y las examinaremos para juzgar de su generalidad, viendo si pueden aplicarse al Guadalentín, aun prescindiendo de la verdadera teoría del régimen de los embalses. Mr. Dupuit, resume sus objeciones al sistema, en la forma siguiente.

1.º El sistema de depósito propuesto por Mr. Boulangé no ha sido jamás experimentado, aunque este Ingeniero haya creído lo contrario; 2.º Su ejecución presentaría inmensas dificultades y conduciría á enormes gastos, salvo en algunas localidades excepcionales, demasiado escasas

para que deban tenerse en cuenta en la cuestión general de las inundaciones; 3.º Este sistema no podría, por otra parte, disminuir la altura de las crecidas mas que en la hipótesis de una lluvia corta y que caiga en un orden determinado. 4.º Podría tener resultados funestos en cualquiera otra hipótesis tan probable como la que hubiera servido de base á su establecimiento. Tal es la traducción literal del resúmen que presenta Mr. Dupuit en su importante obra.

Respecto al primer punto, podemos sin inconveniente aceptar la objeción, señalando sin embargo, que Mr. Graelf aplicando su nueva teoría, la reconocida como exacta por la academia de ciencias de París, ha encontrado para el valor del embalse de 1846, un número que no difiere sensiblemente del que obtuvo Boulangé. Se ha citado también, en el capítulo anterior, un experimento bastante mas concluyente, verificado en el Pantano de Lorca, en Mayo de 1884. Los datos reunidos en aquella obra, son un precioso comprobante de la teoría de Mr. Graelf, pues pudo aforarse á intervalos regulares el agua que salía por los vertederos; y la que entraba, por estos mismos volúmenes sumados con los incrementos del volumen del embalse, fáciles de conocer teniendo las alturas.

Este sistema se ha aplicado también en gran escala, en el rio Aar (Suiza), cuyo curso ha sido desviado para hacerlo pasar por el lago de Bienne, variando su confluencia con el rio Thiéle y ensanchando el cáuce de este desde su nueva confluencia hasta el lago.

No ignoramos el mal resultado de los estudios de las Comisiones Francesas, al tratar de aplicar este sistema á los grandes rios de Francia, pero mas adelante probaremos que no hay paridad entre las condiciones de aquellas cuencas y la del Segura, ni en cuanto á su extensión, ni en cuanto al carácter de sus avenidas, ni á la aplicación del sistema. No debe pues extrañar, que se llegue á resultados completamente distintos en uno y otro caso.

Tampoco hay inconveniente en aceptar la segunda, pues precisamente, la cuenca del Guadalentín figurará entre las

localidades excepcionales á que se refiere Dupuit, no pudiendo nadie dudarlo, toda vez que allí han existido y existen hoy dos pantanos, cuya capacidad difiere poco, según hemos demostrado, del volúmen de la excepcional avenida de 1879, á pesar de haberla evaluado, partiendo de datos reconocidos como exagerados por los ingenieros que los emplearon, ¿Nó salta á la vista con éstos hechos, que en las hipótesis de conservar vacíos ambos pantanos, que es en la que se coloca Dupuit para sus razonamientos, dicha avenida hubiera sido reducida á límites completamente inofensivos, toda vez que la mayor parte de las lluvias cayeron en la cuenca de los pantanos? Respecto á las enormes dificultades de construcción, basta observar que han sido vencidas, y respecto al coste, á las cifras que presenta Dupuit como tipos generales, puede oponerse el hecho de haber costado los dos pantanos 15.000.000 de reales; y aun cuando el nuevo de Puentes haya costado mas, por las grandes dificultades de su fundación, no se acerca ni remotamente á las apreciaciones de aquel Ingeniero.

La casualidad hace también que la tercera objeción haga una salvedad aplicable á la cuenca del Guadalentín, pues en ella son las lluvias de corta duración, como dice Dupuit, que han de ser para que tenga aplicación el sistema; y puede añadirse que las grandes lluvias, las que producen las inundaciones, caen generalmente en la cuenca de los pantanos.

La cuarta objeción es á nuestro juicio muy fundada, y obliga á hacer un estudio detenido de las combinaciones mas desfavorables que pueden ocurrir, siempre que se recurra á aplicar este sistema. No podemos ahora llevar á cabo este estudio, pero lo haremos en su lugar oportuno.

También se ha atribuido á este sistema el inconveniente del peligro que ofrece, y los terribles efectos que produce la rotura de una de estas presas, de lo que existe uu triste ejemplo, precisamente en el país de que nos ocupamos. No negaremos importancia á esta objeción, pero conviene advertir que el ejemplo del Pantano de Lorca á que nos refe-

rimos, nada prueba en este caso; pues su rotura fué debida á un vicio fundamental de construcción y fué prevista por el ilustre Ingeniero de caminos D. Agustín Betancourt.

Es sabido que la rotura de aquel pantano fué debida á haber fundado sobre pilotage hincado en la capa del acarreo que, según hemos dicho, tiene un espesor de 24 metros; bien puede calificarse de temeraria tal disposición en una obra de esta naturaleza, y era lógico que la presa fuera destruida dada la permeabilidad del macizo que le servía de fundación.

Varios otros casos se citan de rotura de Pantanos y en todos ellos puede señalarse claramente la causa de su ruina, que siempre ha consistido en un vicio capital en la disposición de la obra.

El Pantano del Habra (Argelia) es uno de los casos más notables; la rotura se inició por la destrucción de un muro construido en la ladera, para alejar de la presa las aguas procedentes del aliviadero de superficie: roto y recompuesto este dique, las aguas pudieron socavar el apoyo de la presa en la ladera y aquella experimentó graves desperfectos; por la viciosa disposición del vertedero, que debe siempre alejarse de la presa cuanto sea posible,

Según Grugnola, la presa se había calculado en buenas condiciones de estabilidad, pero en la avenida que la destruyó experimentó los empujes de una carga muy superior, á la prevista de 3,90 metros sobre la coronación. Por otra parte la ejecución de su fabricación debió ser viciosa puesto que se habían observado numerosas é importantes filtraciones al través del macizo.

Otro tanto puede decirse del Pantano de Mezalocha (Aragón) destruido á principios de este siglo, cuya ruina se explica perfectamente atendiendo á la enorme proporción de mortero empleado en su fábrica, y á la mala confección de la mezcla, como lo prueba la facilidad con que se desagrega á la menor presión, no habiendo sido suficiente para su endurecimiento el trascurso de cerca de un siglo.

Finalmente, el Pantano Sheffield (Inglaterra) arruinado, no

era otra cosa que un dique de tierra de 29 metros de altura, evidentemente excesiva para una obra de esta naturaleza. Por lo demás este ejemplo no es de ninguna enseñanza en la cuestión que nos ocupa, pues sería, á no dudarlo, una temeridad proponer diques de tierra, como defensa contra las avenidas.

No ha sufrido el menor desperfecto que haga temer su ruina el Pantano de Val de Infierno á pesar de haber sufrido acciones mas enérgicas y repetidas que el antiguo de Puentes; y á pesar del recuerdo de la catástrofe que hemos citado, hoy se hallan completamente tranquilos los ánimos en Lorca respecto á la solidez del nuevo Pantano, cimentado directamente en la roca y construido esmeradamente con arreglo á las modernas prácticas de la construcción. Pueden citarse también el gran número de Pantanos antiguos subsistentes en España, como el de Almansa, el mas antiguo de todos, construido el año 1480, el de Alicante en 1594, el de Elche y de Huesca de los que no conocemos la fecha de su construcción, y el de Nijar en 1843; todos han sufrido la acción de las avenidas, y sin embargo, nada hace dudar de su estabilidad; y no citamos las otras obras análogas del extranjero, pues las corrientes en que se hallan establecidas son generalmente de menor importancia en cuanto á sus avenidas.

No puede menos de reconocerse que el estado actual de la construcción, permite obtener una seguridad semejante y aun mayor que la de cualquier otro género de obras, que tambien producen á veces catástrofes de gran consideración; lo cual únicamente obliga, en las de que nos ocupamos, á aumentar las garantías de seguridad, mediante un aumento de coste ante el cual la prudencia aconseja que no debe retrocederse. Esto mismo sucede en el sistema de diques y tiene mas importancia en ellos por su gran desarrollo longitudinal.

Mencionaremos aquí una ventaja que presenta este sistema sobre el de diques, que consiste en que los tarquines no son arrastrados al mar como en aquel y pueden median-

te un sistema de limpia convenientemente dispuesto guiarse, por decidirlo así, y distribuirse con inteligencia sin dejar al acaso esta tarea; se evita de este modo la acumulación en determinados puntos, que en muchas ocasiones perjudica á todos, cuando, con los mismos productos bien distribuidos, se podría obtener un beneficio general.

También se ha dirigido á este sistema la objeción de desarrollar miasmas que producen calenturas en las inmediaciones. Este asunto ha sido tratado con extensión por Mr. Vallés, en su ya mencionada obra, donde se prueba que la objeción es infundada, respecto á las aguas estancadas en los depósitos donde la altura es siempre grande. Los miasmas solo se desarrollan en las aguas estancadas, cuya altura no pasa de un metro, caso de que los rayos solares tienen influencia marcada en la descomposición de las sustancias orgánicas del fondo; y es evidente, que esto solo puede suceder en los pantanos, en una estrecha faja del contorno, cuya influencia ha de ser forzosamente insignificante. Por lo demás, estos depósitos se establecen en muchos casos, en sitios completamente despoblados, en que esta circunstancia no merece tenerse en cuenta.

Pasaremos ya á examinar la teoría de Mr. Graefi, sobre el funcionamiento de los pantanos, que es lo verdaderamente importante en este estudio; pues la mayor parte de las objeciones hechas por los antiguos detractores del sistema, provienen como hemos dicho, de haberles atribuido un modo de funcionar erróneo; lo prueba el siguiente pasage de Mr. Dupuit. «Es preciso (dice), que para el éxito del sistema, la crecida no dure mas que el tiempo necesario para llenar los depósitos, que una vez llenos estos gastan necesariamente todo lo que reciben y no prestan ya ningún servicio.» Esta conclusión es inexacta. Tomemos como ejemplo, el pantano de Val de Infierno, é imaginemos que el nivel del embalse ha llegado á la coronación de la presa, La áerea es, á aquella altura, de 909,424 metros cuadrados: si imaginamos que entra en el depósito un volúmen de 1000 metros cúbicos por segundo, la presa empezará á verter por la coronación.

Pero la altura que tendrá de agua, repartida en toda la superficie horizontal será de  $\frac{1000}{909,424} = 0,001$  metros y el gasto, siendo la longitud del vertedero de 90 metros, estará representado por  $2 \times 90 \times 0,001 \times \sqrt{0,001} = 0,0054$  metros cúbicos. Aunque se produjera en la altura del embalse un aumento de 1 metro, el gasto de evacuación solo sería de 180 metros cúbicos, y para ello tienen que entrar en el depósito 909,424 metros cúbicos proximamente.

Ahora bien, si suponemos conocida la curva de alimentación, es decir, los gastos de entrada en función de los tiempos, es fácil establecer la ecuación diferencial de la curva de evacuación.

Sea en efecto  $q$  el gasto de alimentación,  $q'$  el de la evacuación, y  $dV$  el volumen almacenado en el tiempo  $dt$ . La ecuación diferencial sería

$$(q - q') dt = dV$$

llamando  $a$  a la altura del embalse sobre el umbral del vertedero,  $b$  al área del embalse a la misma altura,  $c$  un coeficiente constante, el área correspondiente a la altura  $y$  puede representarse por  $b + cy$ ; y el volumen será  $dV = (b + cy) dy$ . Sustituyendo además  $q'$  por su valor  $q' = (ay - \frac{3}{2})$  llegamos a la siguiente forma de la ecuación diferencial

$$(1) \frac{(q - ay - \frac{3}{2})}{b + cy} dt = dy$$

en que figuran las alturas del embalse en función de tiempo.

Esta función es fácilmente integrable, en el caso en que se suponga  $q$  constante. En atención al interés fundamental de esta cuestión, expondremos abreviadamente los cálculos: despejando  $dt$  se tiene:

$$dt = \frac{b + cy}{q - ay - \frac{3}{2}} dy = \frac{b}{q - ay - \frac{3}{2}} dy + \frac{cy}{q - ay - \frac{3}{2}} dy$$

$$\text{haciendo } y = \left(\frac{q}{a}\right)^{\frac{2}{3}} z \text{ de donde } dy = 2 \left(\frac{q}{a}\right)^{\frac{2}{3}} z dz$$

se encuentra fácilmente



$$(2) \quad dt = 2 \left( \frac{q}{a} \right)^{\frac{2}{3}} \frac{1}{q} \times \frac{z dz}{1-z^3} + \frac{2c}{q} \left( \frac{q}{a} \right)^{\frac{4}{3}} \frac{z^3 dz}{1-z^3} =$$

$$M \frac{z dz}{1-z^3} - N \frac{z^3 dz}{1-z^3} \text{ siendo } M \text{ y } N \text{ constantes.}$$

Las integradas  $\int \frac{z dz}{1-z^3}$ ;  $\int \frac{z^3 dz}{1-z^3}$  se resuelven por descomposición en fracciones racionales

$$\text{haciendo } \frac{z}{z^3-1} = \frac{Az+B}{(z-a)^2+C^2} + \frac{C}{z-a} \quad (3)$$

Verificando los cálculos se obtienen los constantes

$$C = \frac{1}{3} \quad A = -\frac{1}{3} \quad B = -\frac{1}{3}$$

Por el mismo método se encuentran las constantes de la segunda integral  $A = -\frac{1}{3}$ ;  $B = -\frac{2}{3}$ ;  $C = \frac{1}{3}$

Y resolviendo ambas integradas por el método conocido, resulta la ecuación

$$t = \frac{M+N}{6} \int \left[ \left( z + \frac{1}{2} \right)^2 + \frac{3}{4} \right] + \frac{N-M}{\sqrt{3}} \text{ arc tg}$$

$$\frac{1+2z}{\sqrt{3}} - \frac{1}{3} (M+N) \int (1-z) + C$$

y poniendo en vez de  $z$  su valor  $z = \left( \frac{a}{q} \right)^{\frac{2}{3}} y^{\frac{1}{2}}$

$$t = \frac{M+N}{6} \int \left[ \left( \left( \frac{a}{q} \right)^{\frac{2}{3}} y^{\frac{1}{2}} + \frac{1}{2} \right)^2 + \frac{3}{4} \right] + \frac{N-M}{\sqrt{3}} \text{ arc tg } \frac{1+2 \left( \frac{a}{q} \right)^{\frac{2}{3}} y^{\frac{1}{2}}}{\sqrt{3}}$$

$$\frac{\left( \frac{a}{q} \right)^{\frac{2}{3}} y^{\frac{1}{2}}}{\sqrt{3}} - \frac{1}{3} (M+N) \int \left[ 1 - \left( \frac{a}{q} \right)^{\frac{2}{3}} y^{\frac{1}{2}} \right] + C$$

Observemos, en primer lugar, que los valores de  $y$  solo pueden variar desde 0 al valor reducido de la ecuación

$$- \left( \frac{a}{q} \right)^{\frac{2}{3}} y^{\frac{1}{2}} = 0 \text{ por que creciendo mas allá de dicho lí-}$$

mite, entraria en el valor de  $t$  como sumando, el logaritmo de una cantidad negativa; despejando  $y$  de dicha ecuación y elevando al cubo los dos miembros resulta  $a y^{\frac{2}{3}} = q$

La curva termina por lo tanto, desde el instante en que el gasto de evacuación llega á ser igual al de alimentación, como debe en efecto suceder, pues para valores de  $t$  mayores el de  $y$  queda constante, puesto que el gasto de entrada es igual al de salida.

Para determinar la constante, basta hacer en la ecuación,  $t = 0$ ;  $y = 0$ ; y el resultado lo llamaremos por abreviar  $C = \alpha(y, 0)$

El mayor valor de  $y$  corresponde á  $t = \infty$

Si consideramos la derivada  $\frac{d y}{d t} = \frac{q - a y^{\frac{2}{3}}}{b + c y}$  deduciremos

que para todos los valores de  $y$  comprendidos entre  $0$  e  $y = \left(\frac{a}{q}\right)^3$  queda positiva, y por lo tanto sus valores son crecientes entre estos dos límites, variando  $t$  de  $0$  á  $\infty$ . Sustituyendo en ella  $y = \left(\frac{q}{a}\right)^3$  resulta  $\frac{d y}{d t} = 0$ ; de donde se deduce

que la curva tiene por asiento la parábola al eje de las  $t$  cuya ecuación es  $y = \left(\frac{q}{a}\right)^3$

Conocidos los valores de  $y$  se deducen los del gasto

$$q' = a y^{\frac{3}{2}}$$

La interpretación de los resultados anteriores es fácil, y está conforme con estudios gráficos que hemos hecho por el método que expondremos á continuación, por lo cual los omitimos.

Si se supone el gasto de alimentación variando proporcionalmente al tiempo, la ecuación diferencial toma una forma que no es integrable, si no es por un desarrollo en serie, cuyos coeficientes se complican de tal modo, que aun en el caso de ser muy convergente, conducirían á cálculos interminables: por lo que hemos preferido un método de integra-

ción aproximado, sustituyendo diferenciales. Por sete medio hemos trazado las curvas de avenida que acompañan á los diversos proyectos; habiéndonos asegurado de su suficiente exactitud, variando para un mismo caso la longitud de los períodos, y viendo que las diferencias que resultaban eran despreciables. Las comprobaciones que admiten y que acompañan á los cálculos resumidos en los estados que figuran en los proyectos, prueban además que no se han podido cometer errores de importancia en la determinación del máximo de la curva de evacuación, que es el verdadero resultado que nos importa conocer.

El verdadero punto de la dificultad en el cálculo de estas curvas, está en la determinación del volúmen evacuado durante un período, pues si este no es muy corto, se comete un error grande al suponer que el último gasto calculado es el método de todo el período. Para evitar este inconveniente, hemos supuesto que el gasto medio sea el correspondiente al nivel medio entre el inicial y el final del período, procediendo á su determinación por un tanteo. Se supone para ello un incremento arbitrario, y con él se calcula el gasto de salida en todo el período; restándole del volúmen que ha entrado durante el mismo tiempo, se tiene el volúmen almacenado, que dividido por el área del embalse, dá el incremento de altura; el cual será doble del arbitrario, si la hipótesis se acerca á la verdad; de lo contrario se modifica aquel en vista del resultado, hasta conseguir que el incremento efectivo al final del período sea proximamente doble del que ha servido para el cálculo del volúmen evacuado. Generalmente hemos llevado la aproximación hasta obtener un error de 0,10 ms. en la altura que sirve para calcular este volúmen.

Se comprende lo laboriosos que resultan estos cálculos y los numerosos tanteos que exigen, por lo cual, los hemos resumido en forma de cuadros, mediante los cuales, pueden comprobarse fácilmente; y en ellos aparecen todas las cantidades que figuran en el cálculo de un período cualquiera.

Para demostrar, que, procediendo así, no disminuimos el

máximo de la curva de evacuación, consideramos la ecuación diferencial, sustituyendo en ella las diferenciales por diferencias finitas.

$$\Delta y = \frac{q \Delta t - q' \Delta t}{S}$$

podemos demostrar, que cuanto mayor se suponga el período  $\Delta t$ , tanto mayor es el gasto que se obtiene relativamente al gasto real.

En efecto, el valor  $q \Delta t$  se evalúa sin error, por medio del área de la curva de alimentación; y lo mismo sucede con el valor de  $S$  tomando el área media.

En cambio el valor de  $q' \Delta t$  se calcula por defecto como vamos á ver. El valor  $q'$  se supone ser el gasto correspondiente al nivel medio; pero en realidad sería el gasto total durante el período dividido por  $\Delta t$ : ahora bien, el valor que nosotros tomamos para  $q'$  es menor que la verdadera media, puesto que el volúmen de agua que sale mientras la altura crece desde el nivel medio al final, es mayor que el correspondiente al tiempo en que pasa del nivel inicial al nivel medio. Por lo tanto cometemos un error en la determinación  $\Delta y$ , que tiende á aumentar su valor tanto mas, cuanto mayor se suponga  $\Delta t$ . Claro está que lo mismo sucede con los gastos correspondientes, y por lo tanto con el máximo.

Se vé pues, que una vez conocida una avenida se determina el máximo de la trasformada por medio de una ley matemática, y por lo tanto no hay lugar á discusión sobre la reducción que se obtiene, si en los cálculos no se han cometido errores de importancia, pudiendo únicamente versar aquellas sobre la magnitud y condiciones de la avenida que sirve de base. A fin de evitar esta causa de error, se han tomado siempre avenidas mucho mayores que las que resultan de los datos que hemos podido obtener; y de ellas nos hemos servido para la determinación de las alturas de presa, longitud de vertedero y altura de la lámina de agua sobre su umbral al llegar el embalse á su máximo, dis-

poniendo de estas cantidades para llegar por tanteos sucesivos á una reducci3n que hemos juzgado suficiente.

Estas generalidades quedarán completadas con los numerosos casos que hemos estudiado y que examinaremos en el capítulo que dedicaremos especialmente al estudio del resultado de las obras.

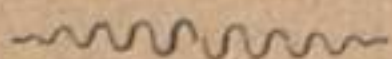
Se observará que en todos los casos estudiados hemos supuesto los dep3sitos llenos hasta un nivel determinado. Esto tiene un doble objeto. En primer lugar con esto nos colocamos en circunstancias desfavorables; puesto que siendo este el nivel máximo admisible, en general será inferior cuando se presenten avenidas; hemos procurado acumular siempre aquellas alejándonos en lo posible de límites extremos, pues así lo aconseja la prudencia en esta clase de obras. En segundo lugar ese volúmen puede utilizarse para riegos, que tratándose de un país cuyo clima se caracteriza por las sequias extremadas, y debiendo ejecutarse las obras para atenuar los efectos de las inundaciones, pueden á poca costa y mediante disposiciones especiales utilizarse con este nuevo objeto, bastando para comprenderlo recordar los precios que alcanza el agua y la facilidad con que se utilizaría toda la que pudiera recojerse, adquiriendo así el capital destinado á estas obras el caracter de reproductivo. Muchos son los ingenieros que opinan, en vista del conSte extraordinario de las obras de defensa contra las inundaciones, que estas no deben construirse, pues el gasto que ocasionan es un capital mal invertido si solo se construyen con este objeto.

En efecto, si suponemos que se ejecutaran tales obras, aun cuando realmente hubiesen sido eficaces en una avenida, es así que nadie se preocuparía de evaluar los perjuicios que las obras habrian evitado y aun sería difícil saber en que casos habran producido sus beneficios; siendo por lo demás general entre los Ingenieros la idea de que no conviene construir obras destinadas á funcionar á grandes intervalos de tiempo. Así es que aun en el sistema de diques se ha buscado un objeto mixto, aprovechando los su-

mergibles para mejorar la navegación; á pesar de que ya hemos indicado que no llenan bien este objeto; y casi todos los sistemas propuestos tienen el objeto complementario de mejorar la agricultura como los diques de Vallés, zanjias horizontales de Poloncean, riegos de colmatage de márgenes, de Duponchel, etc., que describiremos á continuación. En nuestro caso, nos encontramos con un país cuya riqueza tiene dos grandes enemigos, las avenidas y las sequias; natural es pues tratar de combatirlas á la vez puesto que existen al parecer obras que se prestan á conseguir este objeto. Terminaremos aquí estas consideraciones generales, reservándonos los cálculos concretos, para cuando estudiemos el problema mas importante que debemos resolver; el plan de las obras de defensa.

#### ARTICULO 4.º

##### Otros medios de defensa.



Dentro del mismo grupo existen otros varios medios de defensa, cuyo modo de accionar se asemeja al de los depósitos, y ofreciendo todos ellos algún interés, vamos á examinarlos brevemente.

Puede citarse, en primer lugar, el medio propuesto por Vallés, que consiste en establecer, en los estrechamientos del valle, diques trasversales interrumpidos en el centro, es decir, análogos á los de Pinay y de la Roche, que sirvieron de punto de partida al sistema de pantanos. Propuso este medio con el objeto de disminuir la velocidad de las aguas, elemento al cual daba gran importancia y atribuía la mayor parte de los perjuicios. Con este medio no se

suprimen los embalses en los valles, y así se consigue según su inventor, vencer este inconveniente de los diques longitudinales; evitando el aumento del gasto máximo, y disminuyendo la velocidad de las aguas desbordadas, se trasforman las avenidas en inofensivas y aun beneficiosas, favoreciendo el depósito regular de los limos fecundantes; los cuales, superponiéndose en las avenidas sucesivas, elevan las márgenes y tienden á hacer las inundaciones cada vez mas inocentes.

Es indudable que estos efectos son beneficiosos, pero esta solución es, por lo menos incompleta, puesto que de ningun modo se opone á la invasión de los terrenos; y es indudable que, aun disminuyendo la velocidad y suprimiendo así algunos de los inconvenientes y aun provocando los efectos favorables, no por eso dejan de subsistir inconvenientes graves que lleva en sí la invasión de los terrenos, aparte de que el depósito puede ser muchas veces perjudicial.

Debe considerarse como una modificación del sistema de Mr. Vallés, la aplicación de los diques permeables de zarzos á la vega sumergible. Este sistema suprime, algunos de los inconvenientes de aquel, como la elevación del nivel de las avenidas, y disminuye notablemente el coste; pero todos los sistemas fundados en la elevación de las vegas por medio de depósitos, tienen un gran inconveniente en huertas cultivadas por el método empleado en Murcia y Orihuela, surcadas de infinidad de acequias de riego, que se inutilizan para su objeto desde el momento en que se eleva el nivel de los terrenos. Por esta razón se considera, en Murcia y Orihuela, como uno de los mas graves inconvenientes de las avenidas, la elevación de los terrenos, aun cuando sea con limos beneficiosos; y existen hoy grandes extensiones poco tiempo há de regadio que se han convertido en secano á consecuencia de las últimas avenidas, ó que ha sido necesario regar por medio de norias. Como veremos mas adelante, estos sistemas solo pueden emplearse en el campo de Sangonera. El país se opondria enérgicamente á su apli-

cación en grande escala en las huertas de Murcia y Orihuela. Duponchel propone conseguir el efecto de elevar lenta y gradualmente, las márgenes por riegos sucesivos, que además de producir grandes beneficios á la agricultura, verifican un colmatage que eleva las márgenes, y tiende á hacer las avenidas cada vez mas inofensivas. Tiene como vemos esta parte común con el anterior, si bien este efecto se ayuda con los diques de Mr. Valles, disminuyendo desde luego las velocidades. En cambio, con este sistema desaparece el peligro de los depósitos de materias perjudiciales. No es dudoso que el medio propuesto por Duponchel, produciria efectos favorables, pero considerado como medio de defensa contra las avenidas, sería demasiado lento en la generalidad de los casos.

A este grupo pertenece el de las zanjas horizontales, propuesto por Polonceau, cuyo fundamento es el mismo que en todos los anteriores. Construyendo en las laderas de la región alta una serie de zanjas horizontales, se evitaría la acumulación rápida de las aguas, favoreciendo la absorción, la filtración y la evaporación. Este procedimiento será impracticable, interpretándolo como algunos autores, afirman y suponiendo que estas zanjas deberían ser cubetas de mampostería, que estarían sujetas á continuas reparaciones, por razón de las cascadas que se establecerían de una á otra en las grandes lluvias, siendo su efecto creciente á medida que bajan hácia el Thalweeg del valle; exigiria además, obras de tierra importantes, y la ocupación constante de grandes superficies.

Pero en pequeño se vé aplicado este principio en ciertos cultivos especiales de olivos, de vid, etc. Se construyen pequeñas zanjas escalonadas, con un ligero desmonte á media ladera y formando un malecón por la parte de aguas abajo; y en estas zanjas se plantan los olivos ó cepas que adquieren á veces gran desarrollo, aun en países muy secos, pues se aprovecha por este medio, la mayor parte de las aguas de lluvia.

Un efecto igual produce el cultivo en bancales horizonta-



les, tan extendido en las cañadas, en la provincia de Murcia y otras; pues sustituyen á la gran pendiente de estas una série de escalones, cuya parte horizontal impide la marcha de las aguas y aun la embalsan muchas veces, pues también se colocan pequeños malecones sobre los muretes que forman los escalones. No puede menos de encarecerse la conveniencia del desarrollo de este sistema, que muy extendido en los repliegues del terreno en la zona alta de la cuenca, sustraería un volúmen considerable á las avenidas. También tiene semejanza este sistema con las presas escalonadas de Mr. Leipión Gras y Bretón, si bien solo se aplican en aquel país en el origen de las ramblas que, en una pequeña longitud, se hallan generalmente cultivadas por este sistema.

Tanto de este sistema como de la repoblación de montes, debiéramos ocuparnos aquí, pero teniendo su principal aplicación como medios de corrección de los torrentes, y debiendo dedicar un capítulo especial á su exámen, hablaremos de ellos en dicho capítulo, y estudiaremos allí su influencia en las avenidas, á fin de evitar repeticiones.

El encauzamiento natural consiste en favorecer la socavación general del fondo del cáuce, y crear un lecho profundo, por medio de obras sencillas de encauzamiento. Claro está que, para conseguirlo en toda la longitud del rio, es preciso que el fondo sea socavable en toda su extensión, por lo cual exige un conocimiento perfecto del fondo del cáuce, para poder demostrar por otros medios, las partes que no sean socavables, pues de lo contrário, estas partes harían el efecto de presas de contención de los arrastres, y no se conseguiría el resultado. En principio es un sistema racional; pero sería lento y de resultados inciertos en la generalidad de los casos, en la práctica: tiene además el inconveniente de rebajar el nivel del estiage, y por lo tanto el origen de todos los aprovechamientos.

Muy general y fundada es la idea de la imposibilidad de aplicar la derivación de un cierto caudal á atenuar las crecidas de los rios, pues en la inmensa mayoría de los casos,

ha de tropezarse forzosamente con dificultades insuperables. Es el primero la enorme capacidad que requiere un canal para que su efecto sea apreciable en las avenidas, tanto mas, cuanto que sus gastos están en relación de las raíces cuadradas de las alturas; y por lo tanto se necesita sustraer un caudal considerable para producir un pequeño descenso del nivel.

Por otra parte, en la inmensa mayoría de los casos, estos canales no pueden pasar á otras cuencas y tienen que reducirse á un canal lateral; en este caso se halla el Reguerón y son bien conocidos los funestos resultados que produce cuando llega una crecida, cuyo caudal es superior al que se ha asignado al canal; y teniendo que estar establecido á una altura superior al Thalweg del valle, lo que se consigue es, en el caso que examinamos, favorecer la inundación de la vega.

Sin embargo, estos inconvenientes pueden desaparecer en casos particulares; ejemplo de ello es el canal de derivación del Guadalentín á la rambla de Mazarrón, cuyo proyecto presentamos, y sus circunstancias se apreciarán debidamente al estudiar esta obra.

Pero estudiando la cuestión en general, no puede menos de reconocerse los muchos incóvenientes de este sistema anatematizado por todos los grandes maestros desde Galileo Grandi, Viviani y otros de la escuela italiana, hasta los Ingenieros de nuestros dias. Todos ellos reconocen, como no puede menos de suceder, la eficacia del sistema, cuando es practicable en grande escala, pero para que esta eficacia subsista, es decir, para que el cáuce artificial no se ciegue, es preciso someterlo á una conservación análoga á la de los canales de riego ó de navegacion; y esto no sería económicamente posible, á no ser el canal de muy corta longitud.

Respecto á las rectificaciones de las curvas en los rios, nos limitaremos á exponer brevemente las ideas de Turazza. Este Ingeniero compara la operacion de rectificar un cáuce con la supresión del volante de una máquina; y en efecto,

la rectificación trastorna por completo el régimen de la corriente y del cáuce, impidiendo que el río llegue a su estado de equilibrio. Si consideramos un tramo rectificado, habrá en su origen un aumento brusco de velocidad, y por lo tanto se producirá en el fondo una escavación. El nivel descenderá por ambas causas en este primer tramo, pero la socavación disminuyendo la pendiente, hará que en un segundo tramo exista equilibrio entre la velocidad de las aguas y sus acarreos, que se depositarán en el tercer tramo clasificados por tamaño y densidad, al final de la rectificación; en una palabra, se verificarán en ella los mismos fenómenos que en toda corriente considerada en su conjunto, tendiendo á tomar el lecho un perfil cóncavo hácia arriba con pendiente decreciente; y acumulándose, por lo tanto, los materiales mas gruesos, en el final de la rectificación, hacen el efecto de una presa, que muchas veces ciega el nuevo cáuce, y el río vuelve á tomar ya el cáuce antiguo, ya otro nuevo de suficiente desarrollo para que no se interrumpa su régimen natural. Estos efectos son muy marcados en los ríos de lecho de grava, y pueden citarse, como ejemplos, las rectificaciones llevadas á cabo en el Oire y el Midonze.

Turazza admite este procedimiento cuando se aplica en las inmediaciones de la desembocadura, caso en que no hay lugar al desarrollo del tercer tramo de depósitos; pero aun esto, se comprende que solo en casos especiales, pues el fenómeno de los depósitos se enlaza entonces con otros más complejos relativos al régimen de las costas.



Respecto á las rectificaciones de las curvas en los ríos, nos limitaremos á exponer brevemente las ideas de Turazza. Este ingeniero compara la operación de rectificar un cáuce con la supresión del volante de una máquina; y en efecto,



# CAPÍTULO IV

## ARTÍCULO 1.º

### Descripción de los lugares del Comarca.

Aun cuando repetimos algunas ideas y hechos, no creemos fuera de lugar el agrupar en pocas páginas la descripción de aquella parte de la huerta de Murcia, que por su especial situación respecto del Guadalquivir, está más expuesta a sus inundaciones y más especialmente a las que nos hicimos en aquellos años y disposiciones que mayor influencia pueden ejercer en los desastres, de que esta república ha sido teatro aquella comarca.

Verdad es, que en los medios que aconsejamos poner en acción para luchar con el fenómeno de las inundaciones, han de predominar más bien los generales que los locales, y esta consideración pudiera como en otros casos, llevarnos de entrar en detalles de localidad; pero no es menos cierto también que entre los medios propuestos se proyectan otros, que precisamente radican en este punto, el más importante sin duda alguna de toda la comarca inundada.

Aun cuando el Segura sea el río principal de la comarca, y su valle hasta Murcia sea el de mayor longitud, el valle de este valle geográfico es, por su dirección casi rectilínea, su

---

---

## CAPÍTULO IV.

---

### ARTÍCULO I.º

#### Descripción de los lugares del Sangonera.

---

Aun cuando repitamos algunas ideas y hechos, no creemos fuera de lugar el agrupar en pocas páginas la descripción de aquella parte de la huerta de Murcia, que por su especial situación respecto del Guadalentín, esté mas expuesta á sus inundaciones y mas especialmente aun, nos fijaremos en aquellos cáuces y disposiciones que mayor influencia pueden ejercer en los desastres, de que tan repetidamente ha sido teatro aquella comarca.

Verdad es, que en los medios que aconsejamos poner en acción para luchar con el fenómeno de las inundaciones, han de predominar mas bien los generales que los locales, y esta consideración pudiera como en otros casos, relevarnos de entrar en detalles de localidad; pero no es menos cierto también que entre los medios propuestos se proyectan otros, que precisamente radican en este punto, el mas importante sin duda alguna de toda la comarca inundada.

Aun cuando el Segura sea el rio principal de la comarca, y su valle hasta Murcia sea el de mayor longitud, el verdadero valle geográfico es, por su dirección casi rectilínea, su

amplitud y sus condiciones todas, el que principia en el puerto de Lumbreras sobre Lorca, y termina en el Mediterráneo en Guardamar. En él están situados los extensos y fércos campos de Lorca y de Totana, las magníficas huertas de Murcia y Orihuela, las poblaciones mas importantes de la provincia á excepción de Cartagena, y la mayor parte de las vias principales de comunicación.

A este gran valle afluyen, en su parte superior, gran número de ramblas y también el rio Guadalentín por el portillo entre las sierras de Peña-Rubia y Tercia, en que está situada la población de Lorca. El rio está formado por otros dos llamados Velez y Luchena, que se reunen en el pantano de Puentes á 15 kilómetros encima de Lorca y ambos pierden su nombre, tomando ya juntos el indicado.

Desde su origen hasta su entrada en el valle, la corriente va encajonada entre montañas, mas ó menos próximas, y su álveo con la forma propia de los rios de grandes arrastres, divaga en las gravas que lo constituyen: poco mas abajo de Lorca, así como el terreno ha cambiado completamente de aspecto, pues una extensa llanura sustituye á la sucesión de estribos que el rio atraviesa, el cáuce vá también cambiando poco á poco tomando todas las condiciones de los abiertos en terrenos arcillosos.

Los desbordamientos cesan pronto y una vez reunidas las aguas que en las grandes avenidas inundan la ciudad y su huerta, puede decirse que ya no vuelven á salir de su profundo lecho hasta mas abajo de Librilla.

Aguas-abajo y cerca de la jurisdicción de este pueblo, empiezan las de Alcantarilla y Murcia; el valle, espacioso en su anterior trayecto, se ensancha más á su llegada á este punto donde se reune ya con el del Segura y forma una extensa llanura conocida con el nombre de Campos de Sangonera; á continuación de ellos y unidos ya los dos valles, viene la huerta de la capital.

En el origen de los campos de Sangonera, el álveo del rio, ha vuelto á levantarse por la disminución de la pendiente general del valle y las aguas, de consiguiente, vuel-

ven á desbordarse con facilidad invadiendo gran parte de aquella llanura, y como consecuencia, la que viene á continuación, que es la huerta del S.

Aquel punto conocido con el nombre de Paso de los Carros, ha sido en todas épocas objeto de preferente atención de las personas ilustradas que han venido ocupándose de las inundaciones de Murcia, y no ciertamente sin motivo han tratado de llevar á él, los remedios que cada uno creyó más acertados para evitarlas. Nosotros también creemos que allí principian á desarrollarse las causas que mas perniciosa influencia ejercen en los desastrosos efectos producidos por las avenidas de todo el valle hasta el mar, y esta razón nos obliga á describir con algun detenimiento la situación de las cosas en esta zona. Así lo haremos si no nos lo impide la verdadera confusión que se produce entre cauces abiertos y cauces cegados, rios que cambian de nombre sin razón alguna que lo motive, otros que cambian de madre, acequias que se llaman rios, derivaciones hechas como á la ventura y todo ello envuelto en abusos verdaderamente incomprensibles. ¿Concíbese siquiera que un país tan duramente castigado en todos tiempos por las avenidas, haya sido suprimido realmente un rio como el Guadalentín, cuya cuenca mide 336,000 hectáreas de terreno montañoso y cuyas avenidas han superado quizás á la cifra de 1,500 metros cúbicos por segundo? Y la verdadera admiración que este hecho inesplicable produce en el ánimo de toda persona extraña al país, es mayor todavía si se tiene presente, que esta supresión se ha hecho precisamente en el punto donde principia una serie no interrumpida de riquísimas vegas pobladas de casas de labor, y en las que además de numerosos pueblos, radican ciudades tan populosas como Orihuela y capitales de la importancia de Murcia.

El plausible deseo de separar de esta ciudad la confluencia de los dos rios, el gran valor que alcanzan las tierras de labor, y el beneficio que se obtiene con los legamos que depositan las aguas de avenida, han impulsado y facilitado sin duda alguna esta rarísima trasformación y hecho ol-

vidar con excesiva facilidad escenas que no son para olvidadas. Contra estos hechos y sus efectos vienen, sin embargo, luchando de largo tiempo, gran número de hombres ilustres y amantes de su país, siquiera sus esfuerzos se hayan estrellado constantemente ante el invencible obstáculo que á sus miras oponen las leyes naturales, por que en efecto ¿que derivaciones, qué diques, que encauzamientos pueden resistir, ni bastan cuando se trata de una avenida que como la de 1879, alcanzó solo en afluentes la cifra que hemos apuntado y esto en un río sin madre?

Pero dejando á un lado consideraciones que nos llevarían demasiado lejos del objeto que ahora nos proponemos, vengamos á los hechos y describamos en conjunto la situación actual.

Llega el Guadalentín al campo de Sangonera, y aquí deja su nombre para tomar el del mencionado campo y principian las modificaciones, y los encauzamientos, y las tomas más ó menos abusivas y la verdadera confusión.

Según las versiones más autorizadas, el río iba primitivamente por una ligera depresión llamada río Seco, que se advierte en los campos, y atravesando casi en línea recta los del Sangonera y después la huerta, pasaba por cerca de Norduermas y desembocaba en el Segura por debajo del puente que enlaza la ciudad con su arrabal de San Benito, parte del cual está edificado sobre el antiguo cauce.

Actualmente sus aguas derivadas hácia el S, marchan desde el Paso de los Carros, y por un cauce artificial llamado río Grande y Reguerón, á reunirse con el Segura por debajo de Murcia, en un punto inmediato á Beniajan por el rincón de Villanueva.

Las obras hechas, reconstruidas y modificadas en diferentes épocas y para este objeto, son un dique de tierra en el Paso de los Carros, que cierra el paso natural á las aguas, y que ha sido destruido por ellas, cuantas veces la avenida del río ha tenido alguna importancia, y además el cauce artificial citado.

Por otra parte á 4,600 metros debajo del Paso de los Carros



y dentro de esta derivación, se construyó en el año 1849 una presa de fábrica llamada Puertas de Murcia; que á su vez, cerraba el paso de las aguas, y elevando su nivel las enviaba de nuevo á su antigua madre por numerosas boqueras abiertas en la margen derecha y destinadas al riego de los terrenos comprendidos en ambos cáuces y aun del primitivo, que hoy se ha convertido en tierras de labor.

Además de estas boqueras, hay en la misma margen y junto á la presa de Puertas de Murcia, otra gran toma llamada rio Isla, que mas abajo se divide en los rios Nubla y Almanzora, todos ellos destinados al riego de unas 14,000 tahullas de terreno, y que desaguan en el camino hondo, para reunirse en el Segura, aguas-arriba de Murcia.

Ahora bien, si bajo el aspecto de los riegos y aprovechamiento de tarquines, son estas disposiciones altamente beneficiosas, ínterin el rio lleva un caudal que puede fácilmente tener salida por los cáuces existentes, en cuanto esta condición es rebasada, y sobre todo en las grandes avenidas, sus efectos tienen que ser forzosamente desastrosos, para la huerta y aun para la ciudad misma.

Plausible es y natural el deseo de regar, y de regar con aguas fecundantes; y este, quizá inmoderado deseo, ha llevado á algunos hasta olvidar sus consecuencias, á no encontrar un medio que á la verdad vemos difícil, para conseguir que unas mismas obras sean dóciles para permitir el paso á las pequeñas avenidas, y á la vez bastantes para luchar y dominar las verdaderas inundaciones. No otra cosa significan las obras actuales; primero una presa en el Paso de los Carros para derivar las aguas del rio hácia la parte S. de la huerta y su cáuce artificial para conducir las al Segura; y al poco trecho otra presa en este cáuce, para desviarlas hácia el N., en dirección de su cáuce primitivo.

Si se creyó conveniente la primera derivación, las obras allí ejecutadas debieron tener la solidez y las dimensiones necesarias para un buen funcionamiento en todas las circunstancias; debieron acumularse los elementos de resistencia, no solo en la presa ó dique de derivación, sino en

un gran trecho de la margen izquierda; por lo cual la corriente tendería siempre á buscar su antigua madre. Solo cuando estas obras, costosísimas siempre y siempre de resultados inciertos, hubieran ofrecido la conveniente seguridad, pudiera haberse pensado en establecer alguna toma (quizas una sola) que con todas las precauciones y medios de abrirse y cerrarse á voluntad, hubiera permitido el riego con aguas turbias, sin los peligros que acompañan siempre á las obras hechas como al acaso en los cáuces del rio Isla, y otras 300 boqueras, todas ellas en la margen amenazada, sin otra precaución que la rotura de la margen.

Verdad es que la segunda presa ó sea la de las Puertas de Murcia, estaba dotada de tres portillos que en las avenidas se abrian (cuando era posible) para permitir la entrada de las aguas en la derivación á tanta costa construida en el siglo pasado, pero estos portillos, cuya área en junto era insignificante en relación al objeto, no podian dar salida sino á una pequenísimá parte de las aguas que el rio lleva, y de aquí que la presa fuese superada con frecuencia, y por último destruida, como lo ha sido por la avenida de 1884.

El llamado Reguerón, ó sea el cáuce artificial que sustituye al primitivo, es un canal, cuyas dimensiones y pendientes son muy desiguales y en algunos puntos la anchura de la solera no pasa de 18 metros; las márgenes ó motas construidas son los desmontes de la caja, y están en unos puntos casi destruidos y mal conservados en todo el trayecto.

El volumen de agua que hoy puede llevar sin desbordarse, no pasa de unos 60 metros cúbicos por segundo, y aun cuando hay que creer que su capacidad primitiva ha disminuido bastante, por las obras hechas en su cáuce, por la falta de conservación y por no pequeños abusos, difícil sería explicar que en otro tiempo haya sido capaz de un gasto doble.

El autor de esta obra se propuso, sin duda alguna, derivar por él las aguas de las pequeñas avenidas, que como son frecuentes, pueden ocasionar también con frecuencia la

MURCIA

pérdida de las cosechas de la huerta, poco conocedor de la magnitud de las grandes avenidas del Guadalentín, puesto que la obra se hizo a consecuencia de la ocurrida en el año 1733, y no podía en manera alguna proponerse llevar por el Reguerón sino una pequeña parte del volúmen de aquellas.

Así no construyó presa de derivación en el Paso de los Carros, porque al inclinarse la fuerza de la corriente hacia el nuevo cauce, lo hubiera irremisiblemente destruido.

El error capital de esta obra, si lo hubo, ha sido, en nuestro concepto, el creer que un cauce artificial puede disminuir de una manera apreciable el volúmen de las grandes avenidas, sin rebasar en mucho el límite en que la prudencia aconseja encerrar el presupuesto de gastos: y además la confianza que llegó a inspirar sin duda en el país y que nuevas avenidas vinieron á desvanecer bien pronto; pero á la verdad, el Reguerón puede cumplir perfectamente su misión y hacer grandes beneficios á la huerta de Murcia, sin perjuicios notables á las inferiores, á condición de no rebasar el límite de los servicios que prestan, es decir, á condición de no echar en ningún caso por la derivación, mayor volúmen del que consientan sus dimensiones, de hacer desaparecer cuantos obstáculos se oponen á la libre marcha de las aguas, de limpiar y de regularizar su cauce, y de impedir toda clase de abusos, muy especialmente aquellos que tienen relación con las tomas de aguas, que ó no deben tolerarse, ó caso de que existan, deben ser en muy pequeño número, construidas con toda solidez y esmero, y su servicio, así como la vigilancia general, debe ser encargada á un personal especial é idóneo, y en manera alguna á los cultivadores mismos.

El Reguerón no desaguaba primitivamente en el Segura, en el punto en que hoy lo verifica; se prolongaba en dirección del valle hasta un punto que no hemos podido precisar, aunque de vez en cuando se advierte en su trayecto ligeras huellas casi borradas por el tiempo y por el cultivo.

Se ha comentado mucho, y en general de una manera desfavorable la obra ejecutada en el año 1877, para darle

salida y remate en el Segura; y sin entrar nosotros á juzgar si fué ó no acertada, ó si el desagüe debió hacerse allí ó mas abajo, diremos que un desagüe era de todo punto indispensable desde el momento en que el cáuce debia conducir un cáudal de agua no despreciable, y que su prolongación hubiera sido obra costosísima por sus dimensiones, por el valor del terreno en que debiera abrirse y por las numerosas obras de fábrica, que para el paso de aguas ó el servicio de tránsito, hubiera exigido.

Téngase en cuenta que el canal de desviación de Totana dá menor cabida que el que se proyecta para el Reguerón, que no tiene obras de fábrica sino es la presa, que atraviesa un terreno llano y de poco valor, y que la mayor parte de los desmontes son en terreno flojo; y cuesta sin embargo á 101,288 pesetas el kilómetro; véase pues la cifra á que ascendería el presupuesto del Reguerón, no ya de prolongarlo hasta el mar, como algunos pretenden, sino solamente hasta mas abajo de Orihuela, á que lo limitan los menos exigentes, y se comprenderá que por estos medios no se puede llegar nunca á resultados verdaderamente prácticos.

Proyéctese lo que á la vez que útil sea factible, y siempre que se pueda lo mas fácil y económico; que por punto general, el acierto acostumbra á estar mas veces en lo sencillo y elemental, que en complicados sistemas parecidos á los laberínticos cáuces, desviaciones y motas del Sangonera.

#### ARTÍCULO 2.º

Las principales obras deben desarrollarse en el Guadalentín.

Hemos iudicado repetidas veces, que las aguas y la su-

presión del lecho del Guadalentín, son la causa inmediata y principal de los grandes perjuicios que producen las inundaciones en Murcia. Esta opinión general y antigua en el país, es un hecho importantísimo para nosotros, y en el cual conviene que fijemos nuestra atención.

Basta recordar la reseña histórica de las grandes avenidas de que se conserva memoria en Murcia, para tener una prueba de gran valor sobre la importancia que aquel afluente tiene en las inundaciones, pues se citan pocas, cuyos efectos hayan sido desastrosos, en que no intervenga el Guadalentín como importante autor de los desastres. Varias veces se ha intentado la construcción de obras encaminadas á atenuar los daños, que periódicamente producen las avenidas en aquellas feraces vegas de Murcia, y es de observar que siempre se ha buscado el remedio atacando al Guadalentín, marchando unidas la opinión pública y la ciencia; solo se proponían en el Segura obras destinadas á complementar, por decirlo así, las que se proyectaron para el Guadalentín y consistían en rectificaciones, sin importancia, de algunas curvas, con el fin de aumentar la pendiente.

Es sabido que el cáuce del Guadalentín desaparece en el Paso de los Carros, desde donde se desvia de su dirección natural por medio de un dique ó mota de tierra que conduce las aguas al cáuce artificial del Reguerón; mas abajo y dentro de él se encuentra la presa llamada Puertas de Murcia, actualmente destruida, desde donde parte un canal que se ramifica luego en multitud de acequias cuyo sobrante conduce el camino hondo al Segura. Este estado de cosas, altamente perjudicial en las avenidas, subsiste sin embargo hace mucho tiempo y hoy es casi imposible distinguir el verdadero Thalweg sin acudir á una nivelación: para juzgar de la antigüedad de aquella disposición bastaría mencionar el hecho de haberse propuesto restituir su caja antigua al Sangonera á consecuencia de la riada de San Calixto ocurrida en 1651. El resultado es que la restitución no se llevó á cabo y hoy no se sabe á punto fijo en donde se verificaba la confluencia natural de los ríos, aunque según

la versión mas generalmente admitida, el cáuce natural del Guadalentín ó Sangonera, desemboca en el Segura frente á Murcia, en el barrio de San Benito, que está edificado en el cáuce mismo. No es pues de estrañar que este barrio sea constantemente el mas castigado por las avenidas.

Posteriormente y á consecuencia de las inundaciones de 1733, se creó el cáuce artificial del Reguerón, y se comprende que los desastrosos efectos de las avenidas ordinarias se hayan reducido algun tanto con la construcción de aquella obra, aunque en pequeñas proporciones, pues veremos mas adelante al ocuparnos del mismo, que dificilmente podria, al menos en su estado actual, conducir sin desbordarse un cáudal superior á 60 metros cúbicos, cáudal insignificante comparado con las avenidas del Guadalentín que ya conocemos.

Resulta, pues, que todo el exceso de las aguas tiene que repartirse entre algunos cáuces, cuya capacidad es la ordinaria de las acequias de riego, desbordando forzosamente por la huerta y acumulándose principalmente en el Thalweg que las conduce á desembocar en el Segura aguas-arriba de Murcia. Es de advertir que en este trayecto se hallan detenidas y represadas por el terraplen del ferrocarril de Madrid á Cartagena cuya cota llega á 2,70 metros, entre Alcantarilla y Nonduermas; lo cual dió lugar en 1879 á que las aguas rebasando dicho terraplen y vertiendo por el talud opuesto, lo arruinarán, precipitándose con mas ímpetu en el Segura y arrastrando las obras. Se comprende, pues, que en esta situación las cosas, se imputen al Guadalentín todos los desastres que ocurren en Murcia; porque se ha observado que el Segura solo desborda por la margen izquierda á consecuencia del represamiento producido en sus aguas por las del Guadalentín, que tienden además á lanzar las del Segura hácia la margen indicada: así y todo, raras veces salvan el *malecón* que defiende á Murcia y que podría considerarse insumergible sin este efecto producido por la corriente del Guadalentín.

Esta idea es muy antigua en el país, y en prueba de ello,

bastará citar textualmente, dos documentos redactados a consecuencia de la construcción del Reguerón.

Los que se consideraron perjudicados en dicha obra, decían en el memorial hablando del Guadalentín: «Tiene mas de veinte y ocho leguas de vertiente, que toman su origen sobre la Villa de Velez, y uniéndose varias ramblas en la ocurrencia de cuantiosas lluvias, se hace mucho mas formidable que el Segura.»

La unión de este con el Segura buscando su álveo por diferentes derrames, ha sido causa de grandes inundaciones, etc.

Los Diputados del Cabildo, por otra parte, atribuyen al Segura la fertilidad y riqueza de la vega de Murcia, y respecto a sus avenidas se expresan como sigue. Estas mismas aguas que por tener para sus mayores avenidas caja y madre competente, rara vez han sido por sí solas á esta ciudad de perjuicio, ocasionan el mayor extrago cuando ha sucedido unirse con las del rio Sangonera, que de muchos años á esta parte se experimentan; porque con la altura que ha tomado la huerta, copia de agua que se le junta, caída de esta y defecto de vaso para en su curso, precipitada se une con las crecientes del Segura.

«Sucede esta unión por la confrontación de la ciudad mas vecina á la Catedral, y de la pared nuevamente fabricada contigua al puente, en el sitio donde se arruinó la antigua, á los continuos embates de estas avenidas. El remedio sin que se contemple otro ni lo alcance la mas perspicaz inteligencia (sino la obscureciere la niebla del interés) es divertir el curso del Sangonera, por donde sea mas distante reduciéndolo á madre, para que de esta suerte, enfrenado su orgullo, nunca se puedan comunicar con las aguas del Segura, y la huerta se liberte de sus inundaciones.»

Se ve pues, en las anteriores líneas, cuan unánime era esta opinión, procediendo ambos textos de documentos, en que se sostienen intereses encontrados.

Examinemos ahora cual es la opinión de los hombres de ciencia contemporáneos que han estudiado este asunto y

para ello veamos como se expresa la Comisión de Ingenieros de Caminos, ya tantas veces mencionada.

Esta Comisión al estudiar la causa de la inundación de 1879 señala el hecho de haber caído la mayor parte de las lluvias que la produjeron en la cuenca del Guadalentín, y al describir la marcha de las aguas, se fija exclusivamente en dicho afluente, sin dar importancia alguna á la crecida del Segura, aguas-arriba de Murcia. Termina el relato de aquella avenida haciendo constar que según la tradición, todas las inundaciones de la vega de Murcia, procedieron siempre del rio Guadalentín. Por lo demás, señala como causa principal en Murcia, la que hemos indicado mas arriba, y explica el desbordamiento en el Paso de los Carros y Puertas de Murcia, en la misma forma que lo hemos hecho nosotros; advertiremos que dicha explicación no es solo aplicable á la crecida de 1879, sino que tienen que suceder los hechos en aquella forma, siempre que concurra en dichos puntos un caudal superior al que puede conducir el Reguerón y demás cauces artificiales.

Continuando el estudio de la avenida de 1879, la mejor conocida en cuanto á sus efectos, de los cuales se poseen numerosos datos, conviene comparar los daños producidos por el Guadalentín con los producidos por el Segura. La población mas importante situada en la Ribera-alta de este rio, y la que mas perjuicios sufrió, en aquella avenida es Cieza. Los perjuicios sufridos por esta población, producidos por el Segura aparecen en el siguiente cuadro, en que pueden compararse con los que produjo el Guadalentín en Murcia y Lorca.

| PUEBLOS | Valor del perjuicio causado por la avenida de 1879. | Hectareas inundadas. | Alturas máximas de las aguas |
|---------|-----------------------------------------------------|----------------------|------------------------------|
| Murcia. | 9.011.155,45                                        | 8.162                | 3'25 metros                  |
| Lorca.  | 1.716.918,82                                        | 15.362               | 2'30 id.                     |
| Cieza.  | 37.356,00                                           | 500                  | 1'00 id.                     |

Solamente se cita como daño producido por el Segura en



Murcia, sin la intervención del Guadalentín la rotura de la presa llamada contraparada en la avenida de 1664, pero no existe recuerdo de ningún otro destrozo causado por ella.

Creemos suficientes estos datos para justificar plenamente la proposición que encabeza este artículo. Por lo demás, bastaría la simple inspección del estado de las cosas en aquel país, y el estudio de la orografía de ambos valles para comprender esta verdad. En efecto, este es el valle que con razón se tiene como más importante que el Segura, bajo el punto de vista de la orografía; pues si se considera su origen en Puerto de Lumbreras, el valle del Guadalentín tiene una dirección próximamente rectilínea hasta el mar, conservando una ancha vega en toda su extensión, mientras el valle del Segura forma un ángulo en la confluencia con el del Guadalentín; y aguas-arriba de este punto es estrecho y tortuoso, presentando únicamente algunos ensanches de poca extensión, que son las huertas de los pueblos llamados de la Ribera-alta.

Fuera de estos ensanches, el río corre generalmente al pie de altos escarpes y en terreno sumamente quebrado, en que las estribaciones avanzan hasta el mismo río.

Se comprende, pues, con esta descripción, que la extensión de los terrenos inundables, es muy pequeña en el valle del Segura aguas-arriba de Murcia, relativamente á la superficie sumergida en las grandes inundaciones, y no siendo por otra parte, sus avenidas tan marcadamente torrenciales como las del Guadalentín, se explica perfectamente, porque los daños producidos por el Segura son mucho menores que los que ocasiona el Guadalentín hasta la unión de ambos ríos.

No creemos necesario insistir sobre este punto, resultando claramente de lo expuesto la gran importancia de las obras que deben estudiarse para la corrección del Guadalentín. Por fortuna, la naturaleza ofrece recursos de mucho valor, para la defensa contra sus avenidas, y á nuestro modo de ver, las obras que se proponen en aquel afluente, tendrán una influencia grande é indiscutible para atenuar las inundaciones, como podrá juzgarse al estudiar sus resultados

probables; debiendo sin embargo declarar, aunque con sentimiento, que no es la naturaleza la que opone las mayores dificultades para remediar eficazmente los males que deploramos, pues aquellos provienen, en su mayor parte, del lamentable estado en que se hallan dispuestas las cosas en la desembocadura del Segura, por el descuido de unos y los abusos de otros.

No puede sin embargo deducirse de lo anterior, que el Segura no produzca daños y que es inútil construir obras de defensa en dicho rio. Todo lo estudiado se refiere principalmente á la parte Sur de la huerta de Murcia: en cuanto al resto y á la de Orihuela y demás pueblos de la región baja de la cuenca, cuya defensa es de la mayor importancia, no puede nunca afirmarse que solo el Guadalentín les cause perjuicios. Estos son debidos á las aguas reunidas, que son ya del Segura, sin que sea posible distinguir los efectos de las unas de los de las otras, y se comprende fácilmente que las obras que han de defender aquellas vegas, deben aplicarse á los dos rios. Veremos claramente la necesidad de obras en el Segura para defender eficazmente la región inferior de esta cuenca, y al mismo tiempo la superior, en que también existen perjuicios que evitar, aunque no de poca importancia, cuando estudiemos los efectos probables de las obras que se proyectan en el Guadalentín.

Hecha esta aclaración respecto á la proposición objeto de este artículo, pasemos á estudiar en el siguiente, las obras mas apropiadas para la defensa contra las avenidas del Guadalentín.

### ARTICULO 3.

#### Elección de las obras en el Guadalentín.

Hemos indicado al estudiar la marcha de las avenidas en

el Guadalentín, que los principales desbordamientos de este afluente se verifican en dos distintos puntos; el primero, en las inmediaciones de Lorca. El segundo, en el Paso de los Carros y embocadura del Reguerón.

Recordaremos también, que desde el punto en que las aguas vuelven á su cauce aguas-abajo de Lorca, no desbordan ya hasta el mencionado Paso de los Carros, recorriendo unos 60 kilómetros por un cauce profundo; aguas-arriba de Lorca, el río recorre un valle estrecho y muy quebrado en que no existe vega de importancia que defender. El primer punto que se debe defender, es por consiguiente Lorca.

Veamos cuales son los medios de defensa mas apropiados á aquellas circunstancias.

Lorca se halla hoy defendida por medio de diques; reparados á consecuencia de la avenida de 1879, y que han resistido en buenas condiciones á la de Mayo de 1884. Los diques se extienden casi en toda la longitud del río que atraviesa la ciudad, y á nuestro modo de ver, solo falta arraigar en la ladera de la margen derecha el dique correspondiente, para completar la defensa de la parte mas importante de la población, obra de muy escasa importancia, pues se reduce á un muro de corta longitud; en la margen izquierda, el dique está arraigado en un cerrillo y continúa sin interrupción hasta la presa de los Sangradores. Hemos visto cual es el volúmen máximo que puede conducir este cauce sin desbordar. En 1879, el desbordamiento tuvo lugar aguas-arriba de Lorca en los campos que preceden á dicha ciudad, pero el sistema de diques no estaba dispuesto como en la actualidad. El agua desbordó entonces por encima de los diques en algunos puntos, y mas aún por las brechas que abrió en los mismos. La disposición actual de los diques puede verse en el plano correspondiente. Se comprende fácilmente que no conviene defender por medio de diques, los campos anteriores á Lorca, pues esto agravaría evidentemente el peligro para la ciudad, por el aumento de altura que tomarían las aguas; además, la extensión de sus campos aguas-arriba de la ciudad es pequeña, y no estaría en rela-

ción el coste de las obras con la superficie defendida, aun prescindiendo de aquel peligro que obliga á desecharlos en absoluto.

Aguas-abajo de Lorca y á 2 ó 3 kilómetros de esta ciudad, se reúnen de nuevo las aguas en el cauce, que como ya hemos dicho, ha sido capaz para contener las mayores avenidas hasta el paso de los Carros. Es pues, innecesario, defender el valle en toda su longitud. El verdadero punto de la dificultad, está desde dicho Paso de los Carros, hasta la desembocadura de este río en el Segura. Basta recordar la situación de las cosas en esta parte del río, para comprender que no tendrían aplicación las obras correspondientes al primer grupo. Ocurre á primera vista la idea de ensanchar el Reguerón, hasta darle la capacidad proporcionada á las crecidas que conocemos; pero bien pronto se comprende que esta idea es irrealizable, recordando que apesar de la importancia de aquella obra, solamente puede conducir 60 metros cúbicos por segundo, y otro tanto puede decirse de los cauces Nubla, Almanzora, etc., que no son otra cosa que canales de riego ordinarios, sin ninguna influencia apreciable en las grandes avenidas.

No puede, pues, aceptarse el ensanche del Reguerón, á no ser como medio complementario, para aumentar su capacidad en proporciones tales, que su coste no exceda de límites racionales.

Resulta, necesariamente, de todo lo expuesto, que es indispensable reducir el caudal de las avenidas, para evitar ó atenuar el desbordamiento en la embocadura del Reguerón, ó en otros términos, que debe buscarse el remedio en las obras del segundo grupo.

Veamos ahora si la cuenca se presta al establecimiento de pantanos, capaces de reducir el caudal máximo de las avenidas á límites tales, que sea posible darles desagüe por el Reguerón, auxiliando si es menester por medio de una derivación del Guadalentín á la rambla de Mazarrón, cuya posibilidad técnica y económica se ha indicado ya.

Existe en la cuenca, en el punto de unión del Luchena

y el Velez, el Pantano de Puentes recientemente construido, cuya influencia reguladora en la avenida de Mayo de 1884 se ha citado ya, y que produjo ese favorable efecto, á pesar de no haberse podido abrir una de sus compuertas de fondo, y de no existir aliviadero de superficie convenientemente dispuesto para funcionar en una avenida. Cierto es que apesar de esto, la obra debió ejercer su acción reguladora, como lo verificó efectivamente, traduciéndose aquellas faltas en perjuicios para la obra misma; pero se comprende desde luego la facilidad de completar las disposiciones que para el caso de las avenidas proyectamos en los demás pantanos. Encontramos pues una obra ya construida, que sirve admirablemente para nuestro objeto, y sin perjuicio para los intereses de la empresa que la construyó con otro fin, antes bien con un beneficio para la misma, puesto que las disposiciones que se proponen, tienden á evitar los desperfectos que la obra puede sufrir en las avenidas. Claro está, que no se puede obligar á la empresa á mantener el embalse á una altura inferior á la que le conviene para su objeto, pero sea el que fuere el nivel del embalse al empezar la avenida no dejará el pantano de producir su efecto regulador en mayor ó menor escala. Por lo demás se ha hecho el estudio del régimen de las avenidas que nos han servido de punto de partida, suponiendo este pantano completamente lleno al empezar la avenida (con su altura actual), es decir, que solo hemos contado con la mínima reduccion que es capaz de producir.

En el rio de Luchena existe también el Pantano del Valle-Infierno, construido á fines del siglo pasado, al mismo tiempo que el antiguo de Puentes. Esta obra, como es sabido, no funciona por hallarse cegada hasta la coronación; pero sus condiciones de estabilidad son excelentes, pues apesar de haberse abandonado al poco tiempo de construida, solo se notan desperfectos parciales que no afectan en manera alguna el conjunto del macizo, fundado directamente en una caliza jurásica muy compacta y fuertemente arraigada en las laderas de la misma roca. Sus excesivos

espesores permiten recrecerla con facilidad hasta 15 metros, con lo cual se obtendría una capacidad de 20.840.000 metros cúbicos, sin contar con la parte entarquinada, y una superficie de embalse de 1.550.000 a la altura del umbral del vertedero.

Se ha indicado la existencia de una filtración en un banco situado a 5 metros por bajo de la coronación actual, y a 2,5 kilómetros de distancia aguas-arriba de la presa, razón por la cual no se continuó su construcción a pesar de haberse proyectado con 5 metros mas de altura; según otros su abandono fué debido al temor que infundió la rotura del de Puentes; pero esta circunstancia, aunque fuera cierta, no sería inconveniente para el objeto que nos proponemos. Dicha filtración hará en las crecidas el papel de uno de los desagües que son siempre necesarios, con una circunstancia favorable, que consiste en que las aguas que salen por los diversos desagües que disponemos en las presas, vuelven inmediatamente al río, mientras la que se filtra no puede verificarlo sin recorrer antes un trayecto subterráneo por lo menos de 2,5 kilómetros, retrasándose considerablemente respecto a la avenida y mermandose su caudal por la absorción y evaporación, que quedan muy favorecidas en estas condiciones.

En su correspondiente capítulo hablaremos de los demás extremos que se deben estudiar respecto a esta importante obra, bastando para nuestro objeto en el presente, señalar su existencia y el partido que de ella se puede sacar para la resolución del problema que estudiamos.

Entre ambos Pantanos, existe el estrecho llamado de Agua-amarga, que reúne condiciones aceptables para el establecimiento de un tercer Pantano destinado a completar el efecto del de Val-de-Infierno, obteniéndose entre los dos una reducción importantísima de las avenidas del río Luchena y del Turrilla. La capacidad de este Pantano es 17.575.000 metros cúbicos. En el capítulo siguiente, se estudiará detalladamente el efecto que producen estos dos Pantanos, y podrá apreciarse su gran importancia.

En el río Velez no existen emplazamientos convenientes para el establecimiento de depósitos, pues para ser eficaces debieran estar estos situados entre el Pantano de Puentes y Velez Rubio. En efecto, aguas-arriba de esta población, el río Velez pierde su importancia descomponiéndose en multitud de afluentes á los que no es posible aplicar este sistema; y en el trayecto mencionado no se ha encontrado ningun emplazamiento que reúna las condiciones necesarias para el establecimiento de presas de embalses, si se exceptua una de pequeña capacidad que hemos estudiado en el mismo río Velez inmediato á la confluencia del arrollo Corneros; pero que hemos desechado en vista de su escasa capacidad, por no ser posible económicamente darle mas de 20 metros de altura, y por lo costoso de su expropiación, pues el embalse debía ocupar terrenos de huerta.

Observemos sin embargo, que es mas ventajosa la situación de los dos pantanos que pueden construirse en el Luchena, que si se construyeran en el Velez. En efecto, las cuencas de ambos afluentes tienen una extensión casi igual, siendo mas larga la del Luchena, río que naciendo muy próximo al Velez, dá un rodeo de importancia, siendo, por lo tanto, menor su pendiente. Como la mayor parte de las lluvias que originan las avenidas, se extienden generalmente á ambas cuencas, resulta que ordinariamente deben adelantarse las avenidas del Velez; y en general, así se ha observado constantemente. El efecto de los dos pantanos del Luchena, será el de reducir y retrasar sus avenidas, y por lo tanto, de alejar aun mas las probabilidades de coincidencia en dichas avenidas. La existencia de las dos avenidas sucesivas, puede observarse en las curvas correspondientes á las de Mayo de 1884 en el pantano de Puentes, y puede formarse una idea de la gran regularización que se hubiera obtenido, si la segunda se hubiera retrasado y hubiera llegado considerablemente reducida al Pantano de Puentes, que hubiera tenido tiempo de prepararse convenientemente para recibirla.

De los estudios que hemos de exponer detalladamente en

el siguiente capítulo, resulta que el máximo de la avenida á la salida del Pantano de Puentes, habrá sido reducida á 620 metros cúbicos por segundo, partiendo, lo repetimos, de datos expresamente exagerados. Observaremos que, en la ya citada de Mayo, el mismo máximo fué de 750 metros cúbicos y no hubo desbordamiento en Lorca. La comparación de ambos resultados, hace ver por consiguiente, que el peligro de desbordamiento desaparece ó resulta muy remoto una vez construidas las obras, pues entre el Pantano de Puentes y Lorca, no recibe el Guadalentín otro afluente de importancia que la rambla de Caravaca, cuyas crecidas de corta duración, se adelantan generalmente á las del río. Con las obras se favorece este efecto y aun en el caso posible de la coincidencia de sus máximos, se concibe que es difícil llegue á dar un caudal capaz de producir el desbordamiento en Lorca, pues ya sabemos que para ello se necesita un caudal de 1.200 metros cúbicos por lo menos.

Sabemos que el cauce aguas-abajo de Lorca es capaz, y en él no han desbordado las aguas en las grandes avenidas; pero el Reguerón y demás canales de Sangonera no tienen capacidad suficiente para conducir el caudal que puede provenir del Pantano de Puentes, en las condiciones en que nos hemos colocado. Resulta, pues, con evidencia, la necesidad de disminuir nuevamente en el trayecto, el caudal de las aguas.

Con este objeto se proyecta el canal de derivación de Totana, que ya hemos mencionado repetidas veces y al cual hemos asignado un caudal de 100 metros cúbicos por segundo, fundándonos en las consideraciones que se expondrán en su lugar, pero que sería susceptible de aumento si en vista de nuevas observaciones se juzgase conveniente.

Finalmente se ha proyectado el ensanche y regularización del Reguerón que podrá conducir una vez modificado un caudal de 223,50 metros cúbicos, como se vé muy superior á su capacidad actual.

Apesar de todas estas obras se vé que aun llegaría al Paso de los Carros y Puertas de Murcia un volumen superior



al que puede conducir el Reguerón si se verifican las condiciones hipotéticas que nos han servido de base.

Se completan las obras de la cuenca con la corrección de algunos torrentes, y además se han estudiado tres canales de riego que tienen á la vez por objeto contribuir á la elevación gradual de las márgenes por el riego con aguas turbias, que como se vé es una aplicación del sistema de Duponchel, y además pueden, en lo porvenir, servir de útil complemento á las demás obras haciéndolas doblemente beneficiosas.

A este efecto se ha proyectado el canal de la margen izquierda del Guadalentín, cuya superficie regable es de mas de 16,000 hectáreas, destinado á utilizar las aguas recogidas en los Pantanos durante las avenidas; además las aguas turbias procedentes de su limpia podrán utilizarse para riegos de colmatage en los terrenos contiguos al antiguo cáuce, que podrá generalmente recobrar su forma, y contribuirá, por lo menos, á que las aguas que no puedan pasar por el Reguerón no se extiendan por la huerta, y á limitar los daños de las grandes avenidas al antiguo cáuce.

Igual efecto puede obtenerse por medio del canal de la margen izquierda en las inmediaciones del Paso de los Carros y del Reguerón, tendiendo también á elevar aquella margen y á coadyuvar al buen resultado de los diques permeables que se proyectan en aquel punto, para fijar el cáuce entre el Paso de los Carros y el Reguerón, obras completadas en la margen derecha por defensa de escollera.

Parecerá extraño el que creyendo nosotros tan influyente en los perjuicios la supresión del cáuce primitivo del Guadalentín, agua-abajo del Paso de los Carros, no propongamos su rehabilitación como uno de los medios mas eficaces de evitarlos.

A este propósito diremos, que aun restableciendo el cáuce primitivo, este, como todos los valles de todos los paises, se inundaria también, y aun cuando las inundaciones no fueran tan frecuentes ni tan funestas como lo son ahora,

siempre los perjuicios serían grandes por cuanto la riqueza lo es también y numerosa la población.

Además, la operación de marcar el cáuce antiguo, sería hoy bien expuesta á errores, y sobre todo daría lugar á cuestiones y litigios interminables, que se zanjarían siempre con la expropiación forzosa, la cual debería extenderse á todos aquellos terrenos de la huerta que nunca han sido cáuce, á menos que no se pretendiera la verdadera temeridad de llevar la confluencia á su antiguo sitio, frente al Palacio Episcopal.

Y después de todo ¿qué habíamos conseguido con el gasto enorme que representan tales expropiaciones y los diques de encauzamiento con que desde el Sangonera, al menos, había que encerrar la corriente? Si los diques resistieran, lanzarla íntegra sobre el Segura, encima de Murcia, desviar las aguas de este hacia la parte N. de la ciudad y todas juntas ocasionar su completa ruina en cuanto tuviera lugar una avenida semejante á la de 1879; y esto, sin evitar perjuicio alguno á las vegas inferiores, que á su vez serían invadidas y destruidas por las dos corrientes reunidas.

En resúmen, las obras que se proyectan en la cuenca del Guadalentín son las siguientes:

1.º El recrecimiento y habilitación del Pantano de Valde-Infierno.

2.º El Pantano de Agua-amarga.

3.º Aliviadero de superficie para el Pantano de Puentes.

4.º Canal de derivación del Guadalentín á la rambla de Mazarrón.

5.º Ensanche y regularización de las rasantes del Reguerón completado con las obras de fijación del cáuce á su entrada en el campo de Sangonera.

6.º Los canales de riego de la margen izquierda y de la margen derecha.

ARTÍCULO 4.º

Elección de las obras en el Segura.

Hemos indicado ya la necesidad de obras en el Segura, si se ha de defender eficazmente la región baja, ó sea toda la parte del valle, comprendida entre la confluencia de aquél con el Guadalentín y el mar. Es evidente, que la defensa de esta región es de gran importancia, tanto por su extensión y las riquezas agrícolas que encierra aquella fértil vega, como por hallarse situada en ella la ciudad de Orihuela y otras poblaciones, que sufren crecidísimos perjuicios de todas clases, por causa de las inundaciones.

Aunque todavía no hayamos demostrado la insuficiencia de las obras del Guadalentín, para preservar de los daños de las avenidas á la región baja, lo cual ha de ser el objeto del capítulo siguiente, hemos avanzado el resultado de aquellas obras, y visto que, apesar de su gran influencia, no son capaces de anular completamente las crecidas, lo cual, por otra parte, no podría jamás afirmarse racionalmente; además hemos visto, que si bien el Guadalentín es la causa de los mayores daños que ocasionan las avenidas, especialmente en la huerta de Murcia, dichos daños son debidos, mas que al volúmen de agua á la disposición de los cáuces; pues, si bien sus avenidas son muy considerables en relación á la cuenca y al caudal del rio en aguas medias, no puede tener en números absolutos la importancia que las del Segura, cuya cuenca es mucho mayor y que recibe afluentes como el rio Mundo, cuya cuenca solamente es comparable con la del Guadalentín. Así pues, aunque las obras del Guadalentín hayan reducido su gasto á límites tales, que puede considerarse desvanecido el peligro de desbordamiento en Lorca, y muy aliviados los perjuicios de la huerta en Murcia, no por eso deja de tributar el Segura un caudal que unido á la crecida de aquel río, puede ser peli-

grosso para Orihuela y para toda la región baja de la cuenca.

Es, pues, de todo punto indispensable incluir en nuestros estudios los medios de defensa más adecuados para alejar, en cuanto sea posible, aquel peligro.

Dos son los medios principales que podrán emplearse para conseguirlo, y consisten en la aplicación del sistema de diques longitudinales y del de Pantanos; veamos cual de los dos es capaz de llenar el objeto en condiciones más económicas, y que ofrezca á la par mayores garantías de éxito.

El sistema de diques se halla ya planteado en una gran extensión, en que existen los malecones de tierras llamados en el país *motas*, construidas en lo alto del escarpe del río, y por ambos lados entre la desembocadura del Reguerón y Orihuela, y muy extendidos también aguas-abajo de esta población. El sistema se considera y con razón como deficiente, pues las roturas se verifican con frecuencia aun en las avenidas ordinarias, y en muy diversos puntos; por lo que, si se tratase de ampliar estas obras, habría que recrecerlas y reforzarlas mucho, dado caso que esto fuese realizable económicamente, sin aumentar su separación. Pero debe tenerse en cuenta que en obras de esta naturaleza el material principal no admite transporte, so pena de exceder el presupuesto de las obras á los beneficios que ellas pueden reportar, y aun tratándose de un sistema llevado á cabo en grande escala, no podrá admitirse otro material que el que se encuentra en la localidad, es decir, el mismo que se ha empleado en las motas existentes.

Ahora bien, este material deja mucho que desear, pues, en los puntos en que no es gravilla extraída del lecho del río, es una tierra mezclada con arena en grandes proporciones, y por lo tanto no posee la condición de la impermeabilidad, indispensable en estas obras.

Este hecho de gran importancia, indica desde luego la dificultad de dar á los diques una solidez que permita responder de su seguridad, en las enérgicas acciones que están llamados á resistir; y él solo basta para que no se pueda esperar de este sistema una solución satisfactoria.

Los diques se hallan situados, según hemos indicado, en la parte superior del escarpe de la margen, sin berma alguna entre la arista del escarpe y el pié de la mota; y su trazado sigue todas las curvas del río, siendo por ello completamente irregular.

Se comprende con facilidad lo inconveniente de tal trazado; la situación de los diques en el borde mismo del escarpe, dá lugar á lo que se observa en multitud de puntos y casi siempre en las partes cóncavas respecto á la corriente; al atacar ésta á la margen por su base, se desprende la parte superior que arrastra parte de la mota en su caída y así se vé en los puntos mencionados, que las motas se debilitan, siendo menester repararlas por el talud opuesto; y esto para que se repitan los mismos efectos en la primera avenida.

Esto unido á los frecuentes y numerosos desbordamientos, que tienen lugar salvando el agua la coronación de los diques y abriendo en cada avenida, aun en las ordinarias, portillos que exigen reparaciones inmediatas y costosas por su número; y esta pequeña reparación de los diques que no excederá en muchos puntos de 50 metros, hace comprender cuan lejos está este encauzamiento de reunir las buenas condiciones del que existe en el Pó y cuanto, por el contrario, se asemeja al del Loire: siendo aun mucho peores sus condiciones y sus resultados. Reconocidas por todos los ingenieros las malas condiciones del encauzamiento del Loire, conviene poner en parangón los principales datos referentes á este río con los relativos al que estamos estudiando.

Dichos datos aparecen en el siguiente cuadro, que basta para evidenciar nuestra afirmación.

| <b>RIOS</b>      | Superficie<br>de la<br>cuenca.<br>—<br><i>Kilómetros.</i> | Magnitud<br>de las<br>avenidas.<br>—<br><i>Metros cúbicos.</i> | Separación<br>media<br>de los<br>diques. | Hectáreas<br>defendidas<br>por kilómetro<br>de dique. |
|------------------|-----------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------|------------------------------------------|-------------------------------------------------------|
| Pó . . . . .     | 69,500                                                    | 5,000                                                          | 2,180                                    | 930                                                   |
| Loira . . . . .  | 115,000                                                   | 9,000                                                          | 1,090                                    | 197                                                   |
| Segura . . . . . | 15,800                                                    | 3,700                                                          | 60                                       | «                                                     |

Una ligera inspección de los números que figuran en el cuadro precedente hace comprender las condiciones de estos tres encauzamientos.

Si la separación de los diques del Segura hubiera de estar con la cuenca en la misma relación que con el Loire, debería ser de 123 metros y aun puede asegurarse que tal separación sería insuficiente, recordando el mal resultado obtenido en aquel río y observando la importancia de las crecidas de ambos, mayores en el Segura relativamente á su cuenca.

Para obtener la misma relación que en el Pó, la separación de los diques debería ser de 495 metros.

Vistos estos resultados bastará para comprender lo costoso del sistema, y formular un presupuesto alzado en el supuesto de una separación de 123 metros que hemos reconocido insuficiente.

La distancia que recorre el Segura entre Murcia y Orihuela es de unos 17 kilómetros, suprimiendo todas las numerosas circunvoluciones del río; y en iguales condiciones, median 29 desde Orihuela al mar. Serían, pues, en total 92 kilómetros de diques, y en virtud de que en algunos trozos pudiera quizás prescindirse de ellos, los rebajaremos á 80, cifra evidentemente corta, teniendo en cuenta las numerosas curvas del río.

Admitiendo un precio de cuarenta pesetas por metro lineal, que nada tiene de exajerado, resulta el coste de la obra de 3.200.000 pesetas, á lo cual debe agregarse el valor de la zona expropiada, toda de regadío, que á razón de 8000 pesetas por hectárea, importa 4,032,000 pesetas ó sea en total 7.232,000 pesetas.

Obsérvese que todas las cantidades han sido evaluadas por defecto y que por lo tanto esta cifra debe considerarse como un mínimo. Este resultado por sí solo basta para comprender la necesidad de estudiar otros medios de defensa si se tiene en cuenta, que apesar del elevadísimo coste de los diques, no podría nunca concedérseles gran confianza, toda vez que hemos reconocido un vicio capital en el mate-

rial que forzosamente deberíamos aceptar para su construcción.

Mencionaremos antes de pasar al estudio del sistema de Pantanos, la idea de la prolongación del Reguerón hasta el mar, puesto que tanto se ha hablado de tal obra en el país. Basta para convencerse de la imposibilidad de su realización tener presente su longitud superior á 40 kilómetros, deducida de las consideraciones formuladas al evaluar la longitud de los diques, del coste de la reparación que proyectamos en el Reguerón, y sobre todo el coste kilométrico del canal de derivación de Totana, insuficiente para la obra de que tratamos por el mayor valor de los terrenos ocupados, por las obras de fábrica que exigiria, y porque debería conducir un caudal muy superior al que hemos asignado á aquel canal. Además, es evidente que si su capacidad no fuera bastante para contener toda el agua que pudiera llegar á este canal, aumentaríamos considerablemente los daños, favoreciendo con él la inundación de toda la vega.

Y no se diga que este gran canal ha existido, pues es mas probable que nunca haya sido otra cosa que una acequia ó azarbe, incapaz á todas luces de conducir una pequeña avenida, y aun dado el caso que hubiera existido con las dimensiones actuales del Reguerón, no seria racional emprender su monda y ensanche, visto el presupuesto de reparación que presentamos para el Reguerón actual.

Basta simplemente el buen sentido para condenar una obra que solo debe mirarse como un sueño, desde el momento en que se la crea capaz de influir notablemente en las grandes inundaciones y en toda la zona hasta el mar.

Veamos si puede obtenerse en mejores condiciones el resultado que buscamos por medio de Pantanos.

Existen diversos emplazamientos de los que algunos reúnen excelentes condiciones, pudiendo señalarse, entre los diversos afluentes, hasta siete perfectamente aceptables. De ellos se han estudiado seis y hemos desechado el de los Almadenes del Mundo, en las Minas, que, á pesar de reunir condiciones muy ventajosas, tiene los inconvenientes de

hallarse limitada la altura de la presa por la rasante del ferrocarril de Madrid á Cartagena, establecido en la ladera inmediata, y de ser muy costosa su expropiación.

Los estudiados, cuyos proyectos forman parte de este trabajo, son los que presentamos en el adjunto cuadro: en él aparecen las alturas de las presas, la capacidad del vaso, el área de su sección á la altura del vertedero, la cuenca y el presupuesto.

| PANTANOS                                               | Altura<br>de la<br>presa. | Capacidad.              | Area.                | Cuenca              | Presupuesto          |
|--------------------------------------------------------|---------------------------|-------------------------|----------------------|---------------------|----------------------|
|                                                        | —<br><i>Metros.</i>       | —<br><i>Metros cúb.</i> | —<br><i>Mrs cds.</i> | —<br><i>Klmtrs.</i> | —<br><i>Pesetas.</i> |
| Pantano del rio Quipar. . . . .                        | 38                        | 39.276.808,30           | 2.510.000            | 800                 | 473.406,78           |
| Id. de Talave, en el Mundo. . . . .                    | 43                        | 51.003.448,00           | 2.028.000            | 1.137               | 1.281.787,91         |
| Id. de Calasparra en el Caravaca                       | 34'50                     | 9.807.012,94            | 620.000              | 700                 | 983.934,85           |
| Id. del Puente de los Vizcainos en el Segura . . . . . | 40                        | 28.875.187,89           | 1509.000             | 1.425               | 881.431,12           |
| Id. del rio Taivilla . . . . .                         | 32                        | 9.650.197,14            | 500.000              | 350                 | 462.273,05           |
| Id. del rio Tus. . . . .                               | 34                        | 12.114.126,45           | 320.000              | 300                 | 506.745,25           |

El estudio de todos estos Pantanos, era indispensable una vez conocida la ineficacia de los demás medios conocidos.

No siendo posible conocer á priori las condiciones de los diversos emplazamientos, se hacia necesario el estudio de todos los que existen á fin de elegir con el debido conocimiento.

Claro está que no seria racional construir desde luego todos ellos, pues deben tenerse muy presente en un plan de obras de esta clase las suposiciones mas desfavorables en la combinación de las avenidas; probando, que en ningun caso pueden determinar las obras una crecida mayor que la natural.

La prudencia aconseja por otra parte elegir para empezar aquellos cuyo resultado es mas seguro y eficaz, y proceder por grados al desarrollo total del sistema, aprovechando de este modo las importantes lecciones de la experiencia y la



observación. Así podría llegarse á construir un cierto número, que sea capaz de reducir el caudal del Segura á límites tales, que basten los actuales diques de la región baja de este rio para defenderla, y ligeras obras de conservación y de defensa de márgenes puramente locales, para fijar definitivamente el cáuce actual.

Este sistema tiene además la ventaja de defender á la vez todas las vegas del rio, incluso las de la ribera alta, las cuales quedarían abandonadas á las crecidas del Segura, á no extender la aplicación de los diques á todas las huertas hasta Calasparra, dando lugar esta solución á un presupuesto completamente inaceptable.

Se vé, pues, la superioridad de este sistema sobre el de diques bajo el punto de vista económico; y en cuanto al resultado, no podemos avanzar las ideas que se desarrollarán en el capítulo inmediato, y que harán comprender los efectos que es permitido esperar.

Debemos, pues, terminar aquí con estas indicaciones, conociendo, como ya conocemos, las obras de defensa estudiadas en el Segura, y las razones en que se funda su elección, cuyo desarrollo completo no puede sin embargo tener lugar en este sitio.

Con el fin de aprovechar en buenas condiciones las aguas que se almacenarán en los diversos Pantanos del Segura y sus afluentes de la región alta, se ha estudiado ligeramente, como todos los demás canales de riego, un ante-proyecto de la prolongación de la acequia de Rotas, en una longitud de 25 kilómetros, estudio que puede servir para dar una idea de las obras que en el porvenir pueden servir de útil complemento á las que se han proyectado como defensa contra las inundaciones.

Además en cumplimiento de la orden de la superioridad fecha 11 de Julio de 1884, se han estudiado, como complemento del plan general de defensa, las obras destinadas á proteger en especial á la ciudad de Orihuela, expuesta constantemente en la actualidad á ser invadida, aun por las avenidas ordinarias.

Los grandes intereses concentrados en aquel punto, la naturaleza de los daños que deben evitar estas obras, pues se trata no solo de intereses materiales sino de las vidas de los habitantes de una crecida población, y la relativa economía con que pueden llevarse á cabo, asegurando para lo sucesivo, al menos una parte importante de la ciudad, justifican plenamente, á nuestro humilde juicio, aquella importante decisión de la superioridad.

Las obras consisten en un dique de tierra revestido de escollera de 544 metros, en la margen izquierda, arraigado por un lado en una estribación de la sierra y por el otro en un muro ya existente, que se prolonga, sin interrupción y con suficiente altura, hasta la salida de la ciudad; otro dique de las mismas condiciones en la margen derecha, y una defensa de escollera en la misma margen.

En resúmen: las obras proyectadas en el Segura y sus afluentes superiores al Guadalentín, consisten en seis Pantanos, cuyos nombres y condiciones principales se hallan reunidos en el cuadro antes presentado, la prolongación de la acequia de Rotas, y las defensas especiales de Orihuela.



FIN DEL <sup>1.º</sup> TOMO PRIMERO



PROYECTO

OBRA DE DEFENSA

CONTRA LAS INUNDACIONES

VALLE DEL SEGURA

TOMO II

ANEXO A

INDICACIONES

DOY FE EN LA CIUDAD DE MADRID A VEINTIUNO DE JUNIO DE 1907

EL INGENIERO EN JEFE

ESTADO TIPO DE LAS OPERACIONES DE TERRENO

1907

# PROYECTO

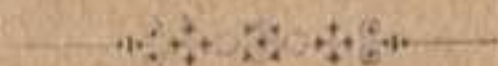
DE

## OBRAS DE DEFENSA

CONTRA LAS INUNDACIONES

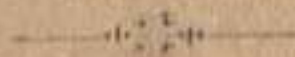
EN EL

## VALLE DEL SEGURA



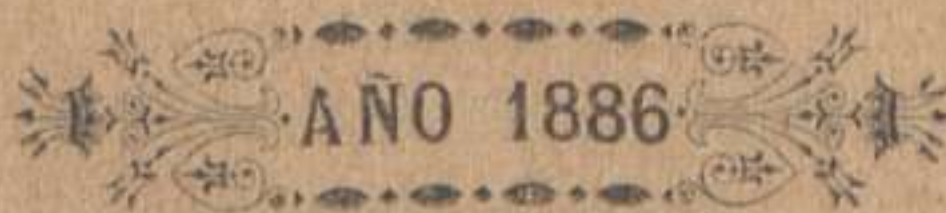
TOMO II.

## MEMORIA



INGENIEROS:

DON RAMON GARCIA y DON LUIS GAZTELU



MURCIA.

ESTAB. TIP. DE LAS PROVINCIAS DE LEVANTE.

1887.



# CAPITULO V

## ARTICULO I

### Estudio del resultado probable de las obras en el Guabalan.

Estudio de las bases estadísticas en el estudio agrario.  
 Se ha hecho determinar una curva del Guabalan que  
 se puede considerar como un tipo típico de las grandes  
 avenidas de agua que entre el Pantano de Llanos y Lan-  
 ca. La línea se ha determinado con la condición de que  
 comprenda en la medida posible de sus límites todas las  
 condiciones que se encuentran en las grandes avenidas,  
 que forme respecto a ellas un límite máximo, el cual  
 podremos aplicar a nuestra canales y riego. La curva  
 de otro modo, se ha procurado un punto del área compen-  
 sado entre el contorno de la línea que representa los gas-  
 tos en función de los límites correspondientes a esta ave-  
 nida tipo, y el eje de los gastos. Así como por las curvas  
 de las avenidas reales de Guabalan para ello por las  
 mayores que hasta la fecha se conocen. Claro está que si  
 dicha condición se halla satisfecha en la que estudiamos,  
 los resultados que obtengamos respecto a la reducción  
 producida por las obras, representarán un máximo de las  
 futuras avenidas.

---

---

## CAPÍTULO V.

### ARTÍCULO 1.º

#### Estudio del resultado probable de las obras en el Guadalentín

Partiendo de las bases establecidas en el capítulo segundo, se ha podido determinar una crecida del Guadalentín que se puede considerar como un tipo teórico de las grandes avenidas de aquel río, entre el Pantano de Puentes y Lorca. Este tipo se ha determinado con la condición de que comprenda, en lo posible, dentro de sus límites todas las condiciones que se presentan en sus grandes avenidas, y que forme respecto á aquellas un límite máximo, al cual podemos aplicar nuestros cálculos y razonamientos. Dicho de otro modo; se ha procurado que dentro del area comprendida entre el contorno de la curva que represente los gastos en función de los tiempos, correspondientes á esta avenida tipo, y el eje de los tiempos, quepan todas las curvas de las avenidas reales del río, guiándonos para ello por las mayores que hasta la fecha se conocen. Claro está que si dicha condición se halla satisfecha en la que estudiamos, los resultados que obtengamos respecto á la reducción producida por las obras, representarán un máximo de las futuras avenidas.

El problema consiste, pues, en averiguar cual es este máximo.

La avenida tipo, es la que resulta de sumar las ordenadas de las avenidas del Luchena, á la entrada del Pantano de Val-de-Infierno, con la avenida del Velez, haciendo coincidir los ejes de los tiempos de modo que los orígenes coincidan. Basta recordar los resultados obtenidos en el capítulo II, para ver que esta avenida llena la condición susodicha, respecto á las de Octubre de 1879 y Mayo de 1884, únicas de que poseemos datos suficientes; y que dicha condición se cumple holgadamente, tanto respecto al cáudal máximo, como respecto al volumen total.

En atención á que las superficies de las cuencas del Luchena y del Velez son casi iguales, se ha supuesto que las avenidas de estos dos afluentes sean tambien iguales, lo cual, según las observaciones y datos que hemos podido adquirir, no se alejan de la verdad. Por lo demás, hay razones de importancia que permiten creer que en cada una de estas curvas se verifica la condición enunciada. En efecto, la avenida tipo que nos ha servido de base, puede aplicarse, según hemos visto á Lorca; por lo tanto, al suponer que sea la misma la correspondiente al punto de confluencia del Luchena y el Velez, vá englobado en las avenidas de estos afluentes, el volumen de las nuevas afluencias que tienen lugar entre dicho punto y Lorca.

Consideramos, pues, siempre un máximo para punto de partida del cálculo de la trasformación en los pantanos; y siendo así la hipótesis de la igualdad del Velez y del Luchena, es tan satisfactoria como cualquiera otra que pudiera adoptarse.

Obsérvese tambien lo exagerado de la avenida tipo, respecto á las conocidas de 1879 y 1883, consideración importantísima para juzgar de los resultados que se pueden esperar de las obras.

Pasemos ya á estudiar la acción del pantano de Val-de-Infierno. Se vé en la figura correspondiente, la avenida natural representada con trazo negro, y la curva trasformada, con



trazo carmin. En el cuadro correspondiente, que se encuentra, como todos los demás, en el tomo adicional á esta memoria, puede seguirse la marcha de los cálculos. Se ha supuesto el vaso lleno hasta la altura de 35 metros, en el origen de las avenidas. La situación y dimensiones de los orificios y del vertedero de superficie, así como las correspondientes fórmulas para calcular sus gastos en función de las alturas del embalse, figuran también en el encabezamiento de dichos cuadros.

Estos comprenden, en las diversas casillas, el número de orden del período considerado, su duración expresada en segundos; los volúmenes de alimentación, ó sea los que han entrado en el depósito durante el período, los de evacuación durante el mismo, calculados en el supuesto de conservarse durante todo el período el nivel medio entre el inicial y final; las diferencias entre ambos, ó sea los volúmenes almacenados durante el período; las áreas de las secciones horizontales del vaso á la altura del nivel medio, definido anteriormente; los incrementos de altura del embalse; las alturas absolutas del mismo sobre el zócalo de la presa, y finalmente, el gasto de todos los orificios, calculado con esta altura, ó sea el gasto al final del período, ordenada de la curva que buscamos.

Se expresa en los mismos estados, el instante en que se supone que se cierran las compuertas de todos los orificios, incluso de los vertederos, para lo cual se ha proyectado un cierre especial que se describirá en su lugar oportuno.

De este modo, queda almacenado un volumen igual al comprendido en el vaso, entre el plano horizontal inicial y la altura correspondiente al instante que consideramos.

Por otra parte, este mismo volumen debe ser igual á la diferencia entre el volumen total de la avenida (que se mide por el área correspondiente á la curva que le representa y que figura por períodos en los cuadros, y el volumen total evacuado en el mismo tiempo; lo cual suministra una importante comprobación que figura al pié de cada cuadro.

Respecto al pantano de Val-de-Infierno, se vé que el

— 6 —  
máximo de la avenida natural de 850 metros<sup>3</sup> por segundo, queda reducido á 280,46.

La avenida, así trasformada, llega al pantano de Agua-Amarga. Claro está, que en la realidad, dicha avenida sufriría, por una parte una disminución del máximo, y por otra un aumento, efecto de las nuevas afluencias, pero entre la imposibilidad de determinar estos nuevos efectos, es preciso admitir la hipótesis de que dichos efectos se compensen; hipótesis que no puede tener inconveniente en este caso, en atención á que el volúmen de las afluencias está ya tenido en cuenta con exceso, y que por consiguiente introducimos nuevamente un elemento desfavorable, al prescindir de la disminución que ha de sufrir la avenida durante el trayecto.

La trasformación de esta en el pantano de Agua-Amarga, se ha estudiado por el mismo procedimiento, y el detalle de los cálculos se halla consignado en el estado correspondiente. Se vé que el máximo de la avenida se ha reducido á 179,26 metros<sup>3</sup> por segundo. Esta avenida llega al Pantano de Puentes casi inmediatamente después de su salida del de Agua-Amarga (véase el plano general). Pero al Pantano de Puentes llega también la avenida del Vélez, la cual no ha sufrido modificación alguna. Dichas avenidas se sumarán, probablemente, á pesar de que generalmente se adelantán respecto á las del Luchena, como ya hemos indicado, y de que este efecto se favorecerá con la existencia de los dos pantanos del dicho afluente; caben aquí infinitas maneras de combinarse estas dos avenidas; pero encontraremos el efecto máximo de la obra, con la máxima avenida que pueda producir la superposición de las dos, la cual corresponde evidentemente á la coincidencia de los máximos.

En esta hipótesis, resulta el máximo de la avenida que llega al Pantano de Puentes, de 1,029,26; y la trasformada tiene un máximo de 621,91 metros<sup>3</sup> por segundo.

Se observará que en atención á la forma del terreno, el aliviadero de superficie es un verdadero canal de longitud

apreciable, por lo cual no puede aplicársele la fórmula del gasto de los vertederos.

Para mayor aproximación en los resultados, se ha proyectado como un canal de 28 metros de ancho y pendiente de 0,003, en el fondo; se ha admitido que el gasto total en un período es el que resulta del gasto medio correspondiente á una altura de agua igual á la del nivel medio, estableciéndose en el canal el régimen uniforme; con esta altura se ha hecho también el estudio, calculando los gastos por vertederos como de ordinario, y ambas curvas difieren poco, siendo mayor el máximo correspondiente á la hipótesis del canal, cuyos resultados son los que consignamos en el cuadro.

Para completar el estudio del efecto de esta obra, se ha estudiado otra avenida, que no responde á los límites extremos en que nos hemos colocado en el caso anterior, suponiendo en el Velez una avenida algo mayor que la del Luchena, si bien de gran consideración, respecto á las avenidas reales; y en este caso que puede estudiarse en el cuadro correspondiente á la avenida núm. 2 del Pantano de Puentes, el máximo de la avenida es de 455 metros. Con el fin de estudiar el resultado en el caso muy probable, como luego veremos, de encontrarse alguno de los pantanos con menos altura de embalse que la que hemos supuesto para el estudio del caso mas desfavorable, hemos trazado la curva núm. 3, con la avenida máxima, coincidiendo los máximos y suponiendo el embalse del Pantano de Puentes con una altura de 20 metros. El máximo de la trasformada es en este caso de 330 metros cúbicos.

Un resultado análogo ó parecido se obtendria si se supusiese lleno este Pantano y con menos altura los otros dos ó alguno de ellos, y de todos estos casos puede darnos una idea, el máximo obtenido en el último caso.

Este es el verdadero máximo que debe considerarse en la inmensa mayoría de los casos, toda vez que existen razones poderosas, para creer que los Pantanos no se hallarán con la altura de agua que les hemos supuesto en la época

de las inundaciones, razones que desarrollaremos á continuación.

Se vé en todo caso, la reduccion importantísima que se obtiene por medio de estas tres obras; y puede formarse una idea de su acción sobre las grandes avenidas que pueden realizarse en aquella región, observando que para los cálculos anteriores, hemos acumulado cuantas hipótesis desfavorables pueden hacerse.

En efecto, hemos empezado por evaluar la avenida tipo en Lorca, con exageración respecto á las que se conocen, y hemos supuesto que esta avenida corresponda íntegra á las del Velez y Luchena, despreciando su necesaria disminución por su menor cuenca; hemos supuesto que las avenidas encuentren á los Pantanos con una altura de agua muy considerable y esto en los tres sucesivos, cosa que rara vez deberá acontecer tanto mas, cuanto estas avenidas pueden siempre preverse con alguna anticipación, sobre todo, respecto á los dos pantanos inferiores, que serán siempre advertidos por el de Val-de-Infierno; y debe serlo también, respecto á las avenidas del Velez, el Pantano de Puentes, si la organización del servicio ha de ser la que corresponde á estas obras; por otra parte, teniendo en cuenta la época en que se llevan á cabo los riegos, que es de Febrero á Octubre, resulta que casi nunca se verificará la circunstancia de hallarse llenos los pantanos en la época de las grandes avenidas, que se verifican como ya sabemos, en Mayo y Octubre, que suelen ser las mayores, es muy probable que encontrarán á los pantanos con el mínimum de altura de embalse. Además hemos supuesto la coincidencia de los máximos, hipótesis contraria á la realidad de los hechos, y respecto á la cual hemos dado razones poderosas, que la hacen poco probable, favoreciendo aun este efecto la existencia de los pantanos en el Luchena.

Se observará en lo que precede una aparente contradicción, pues suponemos que las avenidas encontrarán á los pantanos con una cierta altura máxima de agua embalsada, y decimos que al finalizar la avenida se puede conservar

el agua hasta una altura mucho mayor; pero debe observarse que la operación de cerrar las compuertas, solo debe llevarse á cabo cuando ha desaparecido completamente el temor de una nueva avenida, y así puede almacenarse el volumen de agua á que nos referimos, á condición de que se aproveche inmediatamente después, y antes de que pueda presentarse otra avenida importante; cosa que no consideramos difícil de conseguir con una buena organización del servicio de las obras.

Ya hemos indicado en el capítulo anterior, que en estas condiciones es muy remota la posibilidad de un desbordamiento en Lorca, fundándose esta afirmación en la avenida de Mayo de 1884, á pesar de haber salido del Pantano de Puentes un caudal máximo de 750 metros, superior al que se puede esperar una vez construidas las obras, aunque se reúnan todas las circunstancias desfavorables que hemos enumerado.

En Lorca existe el canal llamado cáuce de Tiata, de 40 metros de ancho por 3 de profundidad; existen además los canales de Tercia y de Marchena, que conducen aguas á diversos campos, con objeto de aprovechar para su riego el caudal de las avenidas. Según el Sr. Museros, dichos cáuces son capaces de distraer un volumen de 250 metros por segundo, lo cual, dadas sus dimensiones, no debe alejarse de la verdad. Ciertamente es que una parte volverá al cáuce del Guadalentín; pero recordemos que hemos prescindido del efecto de las obras de corrección de los torrentes, que ciertamente contribuirán también á separar de las avenidas, un cierto caudal desconocido. Podría admitirse compensación entre la cantidad de agua que vuelve al cáuce y la sustraída por aquellas obras, lo cual además de conceder un efecto pequeño á estas obras, no tendría gran importancia, tratándose ahora de pequeños volúmenes, pero poniéndose siempre en circunstancias desfavorables, solo admitimos una reducción de 100 á 200 metros sin fijarla concretamente. El volumen que podrá reunirse en el cáuce del Guadalentín, aguas-abajo de Lorca, en las circunstan-

cias mas desfavorables, será pues, 520 metros cúbicos.

Una vez evitado el desbordamiento en Lorca, y disminuido nuevamente el caudal en este punto, sabemos que no existe peligro hasta el Paso de los Carros, pero al llegar á dicho punto, el desbordamiento sería inevitable, si se conservan al Reguerón sus dimensiones actuales. Con el objeto de reducir nuevamente el caudal de la avenida, antes de llegar á este punto, se proyecta el canal de derivación situado frente á Totana; y el problema consiste ahora en repartir, si es posible, entre el canal y el Reguerón, modificando el caudal que proviene de Lorca. Partiendo de las circunstancias mas desfavorables, puede evaluarse este caudal en unos 520 metros que hemos visto que salen de Lorca, admitiendo la comparación entre el decrecimiento del máximo y las nuevas afluencias.

Es fácil fundar esta hipótesis y justificarla por medio de consideraciones racionales como las hemos fundado respecto al trayecto comprendido entre el Pantano de Puentes y Lorca. Parece á primera vista que no hay ninguna razón para admitir, que el volúmen de las nuevas afluencias no pueda superar al efecto de la disminución gradual de la avenida, y que podrá suceder que el caudal procedente de Lorca sufra nuevamente un aumento. Pero debemos observar que, si así sucede, habrá que agregar este nuevo volúmen á la avenida hipotética, cuyo volúmen es superior al de la avenida de 1879 para toda la cuenca; y es por lo tanto de un volúmen mayor que todas las conocidas. Procediendo así exagerariamos, pues, fuera de límites racionales la avenida tipo, y para no caer en esta exageración, si se ha de admitir un aumento de caudal entre Lorca y Sangonera, es preciso rebajar en consecuencia, la avenida superior al Pantano de Lorca, para que el volúmen total no supere con mucho á las avenidas conocidas. Y en tal caso el volúmen del máximo de la trasformada del Pantano de Puentes debería reducirse considerablemente, puesto que el efecto de las obras sería entonces mucho mayor, tendiendo á compensar el efecto de la nueva hipótesis; y se comprende fácil-

mente la dificultad de determinar numéricamente estos efectos. Por lo demás, de las lluvias que caen en el Guadalentín aguas-abajo de Lorca, nos ocuparemos al estudiar las inundaciones de la región baja del Segura; pero citaremos aquí un nuevo dato que viene á comprobar las precedentes aserciones.

Aforada la crecida del Guadalentín en 1879, en el emplazamiento del antiguo puente de la carretera de Cieza á Mazarrón frente á Totana y veinte kilómetros aguas-abajo de Lorca, del que se conoce el desagüe y la altura que alcanzó el agua en aquella avenida y comprobando este resultado con los datos que resulta del conocimiento del cáuce en aquellas inmediaciones, por medio del plano del emplazamiento de la presa proyectada por el canal de derivación, ha resultado como máximo 1450 metros cúbicos.

La avenida hipotética que nos ha servido de punto de partida ha sido evaluada en Lorca en 1700, hecho que como hemos indicado viene en apoyo de las consideraciones precedentes.

Con el ensanche y arreglo de rasantes proyectado se ha aumentado la capacidad del Reguerón hasta 223,50 metros, que podrá conducir sin que el agua desborde una vez ejecutadas las obras. En cuanto al nuevo canal de derivación, se le ha asignado, en vista de los resultados obtenidos, un cáudal de 110 metros cúbicos; pero este número debe considerarse como provisional, pues si nuevas observaciones aconsejasen aumentar su capacidad, sería fácil conseguirlo, atendidas las condiciones del proyecto, pues el ensanche se reduciría á económicas obras de explanación, toda vez que recorriendo este canal un corto trayecto próximo á la divisoria, no necesita obras de fábrica.

Teniendo en cuenta que, aun en el caso mas desfavorable, solo llegan al Regueron 420 metros cúbicos y las extraordinarias circunstancias que deben reunirse para que este resultado se verifique, debe considerarse que las obras proyectadas evitarían por completo los perjuicios en la mayor parte de los casos; y no creemos racional darles mas

amplitud en este primer proyecto, pues es evidente que el resultado á que se llega supera á las esperanzas que se podrian concebir al emprender el estudio de tan difícil problema. Por lo demás, puede contarse con la facilidad del ensanche del canal de derivación en Totana, que podrá llevarse á cabo con economía, siempre que se reconozca su conveniencia. Claro está que apesar de todo, no podrá nunca asegurarse que no desbordarán las aguas en la embocadura del Reguerón; suprimido el cauce natural del rio se comprende que es casi imposible conseguir que el rio lo abandone, con seguridad, en todas las circunstancias.

Pero aun admitiendo como inevitable el desbordamiento en circunstancias extremas, en este punto, los perjuicios que causarán las inundaciones, despues de construidas las obras, serán incomparablemente menores que en la actualidad. En efecto, el volúmen de las aguas desbordadas será mucho menor, según se deduce de todo lo expuesto, tanto que, de una crecida cuyo máximo era en Lorca de 1700 metros, vemos que solo desbordaria antes de la embocadura del Reguerón un volúmen máximo de 100 á 200 metros, mientras que en las circunstancias actuales sería despreciable el volúmen que entrase en el Reguerón, comparado con el que se extenderia por la huerta, si sobreviniese la crecida que hemos supuesto.

Es claro por otra parte que reducido así el volúmen desbordado á 200 metros como máximo, la altura del agua será menor, como tambien los perjuicios; habrá mas tendencia á verificarse los depósitos con regularidad, de modo que aunque no pueda evitarse la pérdida de las cosechas en los terrenos invadidos, el resultado obtenido tiende por otra parte á mejorarlos en lo sucesivo, favoreciendo en ellos el depósito regular de los tarquines.

Hemos visto además, por el estudio de la avenida número 3 del Pantano de Puentes, que en este caso incomparablemente mas probable que el de la avenida número 1, no dá aquella obra un gasto suficiente para que pueda verificarse el desbordamiento en Sangonera, y solo preveemos este



caso, para cuando se verifiquen todas ó la mayor parte de las muchas hipótesis desfavorables que hemos hecho, principalmente respecto á la coincidencia de los máximos y á encontrarse casi llenos los tres pantanos al empezar la avenida.

Por otra parte, los riegos de entarquinamiento bien dirigidos, que pueden llevarse á cabo por el canal proyectado en la vertiente izquierda del Guadalentín, pueden elevar gradualmente la márgen izquierda del antiguo cáuce; y en el caso de verificarse el desbordamiento en la embocadura del Reguerón, por falta de capacidad de este cáuce, contribuirá aquella elevación del cáuce natural, evitando que se extienda por la márgen izquierda, ó disminuyendo, por lo menos, la altura del agua.

En apoyo de esta afirmación, recordaremos la marcha que siguió la avenida del Guadalentín, producida por la rotura del Pantano de Lorca, á su llegada al Paso de los Carros. Desbordó, como todas en este punto y sus inmediaciones, produjo perjuicios en Alcantarilla, Nonduermas y Era-alta y solo *llegó á tocar* en la huerta de Murcia, según el Sr. Rico y Sinobas. Esta marcha prueba claramente que los perjuicios se encontraron sobre el cáuce natural, que en aquella época debia hallarse mas marcado, habiéndose desde entonces elevado el fondo por nuevos entarquinamientos, producidos por los riegos.

Cierto es que se producirán en casos verdaderamente extraordinarios, algunos perjuicios en el cáuce antiguo, puesto que hoy se halla cultivado y convertido en huerta; pero á nuestro juicio no debe pretenderse evitar por completo los daños, aun en las mayores avenidas, en un terreno que de derecho pertenece al rio en todos tiempos.

Tales son si no nos engañamos, los resultados probables de las obras que proyectamos en el Guadalentín. Si no se puede afirmar en absoluto que son tan completas como pudiera desearse, no se puede, al menos, negar su gran importancia, sobre todo teniendo en cuenta la cifra de su presupuesto; y repetiremos una vez mas, que si hubiera algo incompleto en este resultado, proviene del estado en

que se hallan las cosas: pues si es generalmente imposible privar á un rio impunemente de cauce natural, lo es mucho más cuando tiene las condiciones del Guadalentín, cuyas avenidas revisten un carácter torrencial extremado.

No debe extrañar que lleguemos, respecto al resultado que el sistema de embalses puede producir en el Guadalentín, á conclusiones completamente distintas de las obtenidas por las Comisiones que han estudiado la aplicación de este sistema al Girona, Ródano, Loira y otros grandes rios de Francia.

Debe observarse que en aquellos rios solo pueden situarse los pantanos en los afluentes y en la región alta, muy alejada de la media y baja que importa proteger. Es indudable que cuando el número de afluentes en que se proyectan obras de esta naturaleza aumenta, se llega muy pronto á la imposibilidad de predecir el efecto de las obras y aun de demostrar que no serán nunca perjudiciales, como se verá en el siguiente artículo, respecto á lo que sucede desgraciadamente en el Segura; pues en él se trata ya de un rio de mayor importancia, en que para aplicar el sistema deben situarse las obras en sus afluentes. Otra razón poderosa para que los pantanos puedan dar buen resultado en aquella cuenca es el carácter torrencial de sus avenidas; pues claramente se vé al hacer el estudio de la trasformación, que en crecidas cortas y que alcanzan un gran máximo, como son todas las del Guadalentín y aun las de los afluentes del Segura, se obtiene una reducción importantísima del máximo, cosa que no puede conseguirse cuando el caudal de la avenida se acerca á ser constante; en tal caso, solo se consigue una pequeña reducción; y el efecto de las obras se reduce casi al retraso del máximo.

Tampoco tiene á nuestro juicio gran importancia, en el curso del Guadalentín, la disminución del efecto favorable á medida que la distancia aumenta. Basta para ello observar la importantísima disminución que ha sufrido la avenida á la salida del Pantano de Puentes y la distancia de esta obra á Murcia, que no llega á 80 kilómetros; y aun se

obtiene una nueva reducción por el canal de derivación á 40 kilómetros de la capital.

Dicha disminución tendría importancia si en las inundaciones de Sangonera tuviera excasa influencia en el caudal de las avenidas en el Pantano de Puentes; pero basta recordar el efecto mencionado de la rotura del antiguo Pantano en prueba de lo contrario, pues produjo una gran avenida sin nuevas afluencias. La experiencia ha demostrado en las avenidas del Guadalentín que conocemos, que el mayor caudal de sus avenidas proviene de la región alta y en el siguiente artículo expondremos algunas consideraciones, que aclararán esta cuestión, hasta donde nos sea posible.

## ARTÍCULO 2.º

### Estudio del resultado probable de las obras en el Segura.

Conocemos ya las obras que se han estudiado en la cuenca del Segura (fuera del valle del Guadalentín), y hemos dicho también que se han estudiado con el objeto de elegir aquellas, cuyo resultado ofrezca mayor seguridad y mayores ventajas, aplazando la construcción de las demás para cuando los efectos de las primeras, sean bien conocidos por la experiencia, única que puede servir de guía para la acertada solución de este problema. Hemos reconocido también la necesidad de construir en el Segura obras que tiendan á rebajar el nivel máximo de sus avenidas, si se ha de poner á cubierto de sus efectos la región inferior de su cuenca.

Pero se comprende la imposibilidad de determinar actualmente, en que proporciones debe rebajarse dicho nivel máximo, para que las avenidas resulten inofensivas; empezamos por carecer de datos concretos acerca del caudal de aquella en la región baja del Segura, y salvo alguna rara excepción no estamos mas adelantados respecto á sus afluentes superiores al Guadalentín. Esta indeterminación por sí sola justificaría al dejar á la experiencia, en su mayor parte, la solución del orden mas acertado de ejecución y aun el número de las obras que deben construirse. En efecto, siendo suficiente aquella indeterminación para hacer imposible el conocimiento del efecto de las obras, mucho mas teniendo en cuenta la complicación que adquiere el estudio de las combinaciones mas desfavorables cuando las obras son muchas y repartidas en dichos afluentes, es evidente, que el procedimiento mas racional consiste en no construir desde luego mas que un corto número de aquellas, eligiendo las de resultados más seguros y de más importancia.

Visto el resultado de estas, será ya mas fácil determinar cuales son las que deben ejecutarse, si es que el resultado de las primeras no es suficiente, pues no conociendo la magnitud del efecto que se quiere obtener, puede suceder que las primeras que se construyan basten por si solas, y en tal caso no habria necesidad de construir otras.

El problema que debemos resolver es por consiguiente determinar, con la aproximación posible, el efecto de cada uno de los pantanos proyectados sobre su respectivo afluente; y despues elegir de entre ellos los que produzcan la mayor reducción en las avenidas, y estudiar el efecto que produciría su conjunto en los casos mas desfavorables.

Para la solución del primer problema, seria menester conocer las mayores avenidas de cada uno de los afluentes en que se han estudiado los pantanos. Desgraciadamente, se comprende la absoluta imposibilidad de reunir tales datos, con la aproximación que hemos podido hacerlo en el Guadalentín, gracias á sus circunstancias especiales; así es que únicamente la avenida hipótetica del rio Mundo se aproxi-

ma á las condiciones que debe tener la avenida tipo, pues en ella se ha podido determinar aproximadamente el máximo, deduciéndole de la altura alcanzada por las aguas en el puente de Talave, inmediato al Pantano proyectado, del desagüe de este puente y de la pendiente y forma del cáuce que nos son conocidos por los planos del embalse. Aumentando convenientemente este resultado y conociendo tambien la duración habitual de las avenidas, los datos que presentamos tienen las condiciones necesarias para nuestro estudio. Respecto á este afluente, se han hecho tres estudios; el número primero en el supuesto de que la avenida mayor de las que estudiamos, encuentra el embalse con mas altura de 25 metros; el número segundo en el supuesto de una avenida ordinaria con igual altura de embalse; el tercero es el estudio de la avenida mayor, en el supuesto de que encuentre vacío al Pantano.

Las demas avenidas no ha sido posible determinarlas con la apróximación que hemos podido trazar la del rio Mundo, teniendo únicamente noticias generales de su duración y de su marcha, en la que se observa respecto á todos los afluentes un carácter torrencial que se traduce, en todas las avenidas hipotéticas que hemos adoptado, por el elevado máximo del gasto relativamente á la duración de la avenida. Por lo demás, el volúmen total de estas avenidas supone las siguientes alturas mínimas de lluvia, extendiéndose á toda su cuenca, y adoptando un coeficiente de absorción, evaporación y filtración de  $\frac{2}{7}$

| RIOS    | PANTANOS                 | Areas<br>de las<br>curvas<br>de los<br>pantanos. | Volúmen<br>de las<br>avenidas. | Altura<br>de<br>lluvia. |
|---------|--------------------------|--------------------------------------------------|--------------------------------|-------------------------|
|         |                          | <i>Kilmtrs. cdrs.</i>                            | <i>Metros cúbicos.</i>         | <i>Metros.</i>          |
| Segura. | Puente de los Vizcainos. | 1.425                                            | 34.008,000                     | 0,029                   |
| Mundo.  | Talave. . . .            | 1.137                                            | 53.942,400                     | 0,061                   |
|         | Quipar. . . .            | 800                                              | 28.481,200                     | 0,045                   |
| Carav.  | Calasparra..             | 700                                              | 21.014,000                     | 0,038                   |
|         | Tus. . . .               | 300                                              | 16.587,000                     | 0,071                   |
|         | Taivilla . . .           | 350                                              | 13.519,000                     | 0,049                   |
|         |                          |                                                  | <u>167.551,000</u>             |                         |

Observaremos que si la lluvia que produjo la inundación de 1879 en el Guadalentín se hubiera repartido en toda su cuenca, se hubiera obtenido una altura de lluvia 0,026, lo cual prueba la gran importancia de las crecidas que se han supuesto en los afluentes del Segura. Puede juzgarse, sobre todo, de ellas por el enorme volúmen total que producirían en la avenida de la región baja á la que habria que agregar el crecidísimo volúmen supuesto para la avenida del Guadalentín.

Estos datos nos permiten suponer que las avenidas estudiadas cumplen con la condición expuesta al principio de este capítulo; y hacen creer que mas bien son exageradas que pequeñas.

En cada uno de los pantanos se ha hecho además el estudio de una avenida mas pequeña que la anterior, y que puede considerarse como una avenida ordinaria del afluente; sirve para completar y aclarar la idea de la regularización que es permitido esperar de cada una de estas obras.

Nada diremos respecto del cálculo de estas curvas, que es el mismo que en los casos anteriores, y se presentan en la misma forma en los correspondientes cuadros. Sin embargo, notaremos una particularidad respecto al estudio de la

avenida correspondiente al río Tus. La forma del terreno en que se situa la obra, no permite el establecimiento de un vertedero de superficie análogo á los que empleamos en los demás pantanos, á causa de la fuerte pendiente de las laderas á la altura á que debería situarse; lo cual exigiría un desmonte con una cota máxima exagerada, que además de ser muy costoso podría ser un peligro considerable para la obra. En vista de esto, se ha sustituido por una galería de sección revestida, de 2,80 metros de diámetro, cuya embocadura se halla á 9 metros por debajo de la coronación de la presa y su desembocadura á 14 metros por debajo de la misma. Dicha galería funciona por lo tanto, como una cañería de presión forzada, de gran diámetro, y sustituye en buenas condiciones el aliviadero de superficie, como puede verse por los resultados que aparecen en el cuadro y en el diágrama correspondiente. Sus gastos se han calculado por la fórmula conocida de Davey que se vé en el encabezamiento del cálculo,

Cada uno de estos estudios dá idea de la acción que los pantanos ejercen en sus respectivos afluentes; pero si hemos de conseguir el resultado que buscamos, deberemos estudiar, si es posible, el efecto en su conjunto y de no serlo, elegir los que mejores condiciones reúnan.

Al efecto, observamos el gran poder morador del pantano del Quipar. Las excelentes condiciones del vaso y del emplazamiento de esta obra, permiten obtener económicamente una reducción importantísima del máximo de la avenida de este río. Suponiendo el embalse á una altura de 30 metros, queda reducido el máximo de la avenida á 146 metros, siendo de 720 el de la avenida natural. Rebájese el nivel inicial, si es necesario, y podrá conseguirse la supresión completa de su avenida, puesto que su capacidad es superior al volumen de dicha avenida, y esto á pesar de ser probablemente exagerada, como puede juzgarse por el cuadro de las alturas de lluvia. Su situación cerca de la desembocadura del afluente, la posición de éste respecto á Murcia y la proporción en que sus avenidas contribuyen á aumentar las

crecidas del Segura, son circunstancias que aconsejan proceder á su construcción, toda vez que siendo capaz de anular las avenidas, nada hay que temer respecto á las combinaciones á que pueda dar lugar, y su efecto poderoso y favorable es bien claro.

Sin embargo, notaremos que mientras las crecidas de aquel rio no sean mejor conocidas, la prudencia aconseja mantener el embalse con poca altura de agua, pero parece probable que una vez bien conocidas aquellas, podrá utilizarse una buena parte de su altura para almacenar agua destinada á riegos, sin menoscabo de su beneficiosa influencia en las avenidas.

El pantano de Talave en el rio Mundo, es otro de los vasos mas importantes que se han estudiado, tanto por su capacidad, como por su situación en el mas importante afluente en el Segura, exceptuando el Guadalentín. Lo costoso de su expropiación, y la necesidad de obtener un regulador de gran importancia en dicho afluente, aconsejan no utilizarlo para riegos, y así es que se ha proyectado sin galerías de toma y sin compuertas de fondo. En tales condiciones, el diágrama que le es aplicable, es el estudio número 2 de la hoja correspondiente. Se vé que el máximo de la trasformada es de 86 metros y que el gasto se mantiene próximo á esta cifra durante toda la avenida, cuando la natural hubiera llegado á un máximo de 900 metros.

A pesar de esto, no negaremos la posibilidad de que aumente en 86 metros el máximo de la crecida del Segura y que podria suceder que este aumento fuera debido al Pantano, por mas que apenas se concibe que el rio Mundo no aumente en mayor cantidad dicho máximo, sin la existencia de la obra. En todo caso, es lo regular que venga á aumentarlo en cierta cantidad y por pequeña que esta sea, se vé que el efecto desfavorable, cuanto exista, será bien pequeño y que en cambio será grande en la inmensa mayoría de los casos, pudiendo llegar á disminuir la crecida del Segura hasta en 764 metros. Por lo demás, un aumento en la crecida del Segura de 86 metros cúbicos, como



máximo, en la confluencia del Mundo, es de poca importancia en relación al máximo de la crecida del Segura, y no la creemos razón suficiente para desechar este pantano que funcionando en las condiciones indicadas, prestará grandes servicios en la mayoría de los casos; porque, lo repetimos, el producir este efecto perjudicial el pantano, supone que las crecidas naturales de los dos afluentes habian de pasar independientes la una de la otra, y esto apenas se concibe que suceda, sino en una lluvia que cayese en un orden estudiado al efecto, si se tiene en cuenta la importancia relativa de los dos rios, la situación vecina de sus cuencas y la duracion y forma de sus crecidas.

Creemos, pues, poder decir respecto á este embalse, lo mismo que hemos dicho respecto al del Quipár; puede construirse sin temor á los efectos de las combinaciones, toda vez que una combinación funesta, tan improbable, no agravaria sensiblemente la avenida del Segura y la disminuiria en gran manera, en la inmensa mayoría de los casos.

Su situación respecto al Segura es de las mas favorables, y otro tanto puede decirse respecto á Murcia y á la región baja. La distancia aproximada á la capital es de 90 kilómetros, y el Pantano del Quipár dista de la misma unos 60 kilómetros.

Es digno de observarse que, si hacemos abstracción de la crecida del Segura, sustituiriamos con estos dos pantanos una sola crecida de 86 metros á dos sucesivas de 900 y de 720 respectivamente, y esto seria el efecto mínimo en el supuesto de que ninguno de los máximos fuera aumentado. Considerando estas dos crecidas, deberian combinarse con la del Segura y muy probablemente seria aumentado su máximo por una ú otra, y teniendo en cuenta que, existiendo los dos pantanos solo podria aumentarse en 86 metros, en el caso mas desfavorable, puede juzgarse de la importancia de estas dos obras, aun cuando no sea posible demostrar que dichas tres crecidas naturales no pasarian independientes y sin superposición.

Pudiera parecer, á primera vista que la construcción de uno ó dos pantanos mas en la región alta, dificultaria la coincidencia de la avenida del Segura con la del Mundo retrasando aquella; pero el problema está intimamente enlazado con el orden en que se presentan las lluvias, y ofrecen tal complicación que debe considerarse como insoluble, al menos sin observaciones largas y minuciosas que permitan conocer una ley, y sin que ésta presente cierta constancia. Parece sin embargo posible que se llegue á reconocer la conveniencia de algunos de ellos, una vez bien conocidos los efectos de los pantanos del Quipar y de Talave y la marcha de las crecidas de los afluentes superiores, pues concretándose ya el problema, se concibe pueda resolverse en la misma forma que lo hemos conseguido en el Luchena y el Velez, caso análogo al conocido del Allier y el Loire.

Por otra parte, es posible que los dos proyectos sean suficientes para el objeto, al menos en gran número de casos, pues se hallan en dos afluentes de gran importancia por su proximidad á la región baja el uno, y por la magnitud de sus crecidas el otro. Es de observar que no llegan á formarse las grandes crecidas del Segura, sin la cooperación de todos sus afluentes, y es indudable que los dos mencionados son los de mayor importancia para la región baja. Reducida la crecida del Guadalentín á los límites que ya conocemos y reducida además la del Segura por la casi supresión de dos afluentes importantes, se concibe que los efectos de las inundaciones de la región baja se habrán reducido al menos en una notable proporción.

Aun que no puede demostrarse que construidos los seis pantanos estudiados, no podrían producir en determinados casos, un aumento en la crecida, expondremos una consideración importante acerca del peligro á que podrían dar lugar.

En el cuadro siguiente, aparecen los gastos máximos de las trasformadas de las avenidas, en cada uno de los afluentes en que se han estudiado los pantanos.

|                    |                     |                 |
|--------------------|---------------------|-----------------|
| Rio Mundo. . . . . | Talave. . . . .     | 86,00           |
| Quipar. . . . .    |                     | 0,00            |
| Segura. . . . .    | Vizcainos. . . . .  | 294,90          |
| Caravaca. . . . .  | Calasparra. . . . . | 338,50          |
| Taivilla. . . . .  |                     | 184,88          |
| Tus. . . . .       |                     | 192,17          |
|                    | TOTAL.. . . .       | <u>1,096,45</u> |

Resulta de aquí que superpuestas por los máximos las avenidas de estos afluentes, darían un gasto máximo de 1,096,45; de modo que prescindiendo de los afluentes Moratalla y Mula, en que no existen emplazamientos y ciertamente no son los mas importantes, el caso mas desfavorable, cuya realización apenas se concibe, aunque sea posible, daría un aumento de 196,45 metros, respecto á la crecida del Mundo solamente. No se nos oculta que aun puede aumentarse este número con los máximos de los otros dos afluentes citados y en todo caso es preciso admitir como posibles estas coincidencias, pero preciso es confesar que, aun suponiéndolas producidas por los pantanos, y admitiendo que sin ellos todas pasasen independientemente, el efecto no se habria agravado mucho. Suprimase uno cualquiera de los pantanos estudiados y (prescindiendo siempre del Moratalla y Mula) la crecida mas desfavorable será igual ó inferior á la del Rio Mundo. No se vé pues, gran peligro en agregar otros dos pantanos en la región alta; pero como por otra parte, estos han de tener menor influencia en la región baja que principalmente se trata de defender, la prudencia aconseja aplazar su construcción, tanto para adquirir nuevos datos, con los que quizá se llegue á completar la solución, como por la posibilidad de que los propuestos sean suficientes, ayudando su efecto con la buena conservación de las motas que existen actualmente en la región baja.

Reconocida la posibilidad de que convenga en lo sucesivo construir alguno ó algunos pantanos en la parte superior, y para poder elegir entre los varios emplazamientos estudiados, hemos creido conveniente completar sus proyectos en la misma forma que los demás, toda vez que no habiendo

podido prescindir de su estudio en el campo, era ya sencillo completarle con los de gabinete.

Terminaremos el estudio de los resultados probables de las obras, haciendo una observación. Si admitimos que las lluvias que caigan aguas-abajo de Totana en el Guadalentín, puedan llegar á producir inundaciones en la región baja, las obras no tendrían mas que una pequeña influencia sobre estas crecidas, ó mejor dicho, solo influiría sobre ellas el ensanche del Reguerón y algunas de las obras de corrección de torrentes que se proponen en las ramblas importantes de aquella parte de la curva.

Veamos que probabilidades existen de que se verifique este fenómeno y empecemos por examinar en que condiciones las grandes lluvias ó trombas pueden caer en esta región media del valle.

Es muy general la opinión, de que llueve mas en la región montañosa de un valle, que en la región baja. Los vapores, que procedentes del mar, son arrastrados por los vientos hácia la región alta, tienden á saturar el áire por varias causas distintas, al llegar á chocar con las altas montañas de la región elevada; estas son la disminución de velocidad de su masa, el enfriamiento que sufren, pues es sabido que á medida que la altitud aumenta, disminuye la temperatura, el choque con las montañas, etc.

Todas ellas tienden á condensar los vapores y á precipitarlos en forma de lluvia y obrando juntas, producen una diferencia muy marcada entre la cantidad de vapor necesaria para la saturación del áire, después de haber sufrido aquellas acciones, y la que llevaban antes, y esta gran diferencia es la causa de que estas lluvias sean también grandes.

Se comprende que no hay tanta probabilidad de que estas circunstancias se reúnan en la región media, pues ellas se encuentran generalmente en la región alta, y solo accidentalmente en la región baja.

Duponchel, expresa claramente esta opinión en distintos puntos de su obra y cita numerosos datos que demuestran

que es mayor la altura media anual en la región alta del valle que en la media; y respecto á las grandes lluvias que cita en el Hérault y en el Ardeche, hace notar también esta circunstancia. Se sabe además que lo propio sucedió en la cuenca del Segura en 1879 y 1884, únicas noticias de que tenemos datos circunstanciales.

Recordaremos también el ciclón de Setiembre de 1866, que respetando todas las planicies bajas, produjo lluvias en las divisorias mas altas de Francia, y muy especialmente en los mas altos picos de los Alpes, Mont-Blanc, Simplon y San Bernardo, en que cayó una lluvia cuya altura representaba 17 por 100 de la anual (Belgrand, Anales des Ponts et Chansscés, Setiembre 1868).

Sin embargo, Dupuit opina que pueden estas lluvias caer indistintamente en cualquier punto; es para él una cuestión de cálculo de probabilidades. Pero el aplicar á este fenómeno natural el cálculo de probabilidades ¿no es admitir implícitamente que su ley es el acaso? ¿y esto no es lo mismo que decir que la ley no existe? ¿puede ser el acaso la ley de un fenómeno natural por muy irregular y compleja que esta ley aparezca?

No puede menos de reconocerse que existiendo constantemente aquellas causas en la región alta, y no presentándose sino accidentalmente en la media y en la baja, hay mas probabilidades en favor de la región alta que en la baja y el cálculo de probabilidades no puede tener en cuenta estas circunstancias. Si admitimos, por hipótesis, que el hecho de caer estas lluvias en la región alta sea una ley reconocida y con carácter completamente general, es evidente, que seria nula la probabilidad de que cayeran en cualquiera otro punto.

Todas estas consideraciones, los hechos citados por Duponchel, y los observados en Murcia, aunque en corto número, son razones poderosas para creer que, en general, las trombas que estudiamos, deben caer con frecuencia en la región alta; sin embargo, tratándose de un fenómeno cuyas causas son tan numerosas y complejas, no puede menos de

reconocerse que una perturbación en la marcha del fenómeno puede ocasionar excepciones en la regla general.

Si examinamos ahora la nueva fase que presenta el fenómeno al correr el agua por la superficie, se encuentran numerosas causas que prueban la mayor dificultad para que se formen esas grandes corrientes torrenciales en la región media y baja que en la alta y esto á igualdad de altura de lluvia.

Concretándonos al valle del Guadalentín, encontramos en la región media, en vez de las rápidas pendientes de los torrentes de un valle estrecho que conduce todas las aguas al cáuce, reuniéndolas en él con rapidez, un valle ancho de pendientes trasversales muy suaves, cultivado en casi toda su extensión, en una palabra, que ofrece todo género de dificultades á la marcha de las aguas y á su acumulación, favoreciendo por otra parte su absorción, filtración y evaporación. Se concibe perfectamente, pues, que una lluvia de idénticas condiciones, cayendo en la región media ó baja producirá una inundación de menor volúmen total por las mayores pérdidas, mucho mas largas por las dificultades que ofrece á la marcha y reunión de las aguas, y por lo tanto de mucho menor gasto máximo.

Agréguese á esto la reducción de la cuenca (si este efecto debe tenerse en cuenta, puesto que es sabido que estas grandes lluvias no abarcan grandes extensiones) y se comprenderá fácilmente, que aun admitiendo que caigan grandes lluvias en esta región, no tendrán las avenidas que ocasionen caracter torrencial tan marcado como las de la región alta, y nunca serian tan desastrosas como aquellas, convirtiéndose en la mayor parte de los casos en avenidas ordinarias, de esas que si bien destruyen las cosechas, no es probable que originen otros males; por el contrario, hay razón para creer que estos depósitos sean limos fecundantes, por su procedencia de la región cultivada del valle.



---

---

## CAPÍTULO VI.

---

### ARTÍCULO 1.º

Corrección de torrentes; procedimiento de Mr. Surell.

---

Los medios hasta ahora propuestos, para modificar las avenidas del Guadalentin, reducen el caudal máximo de dicha corriente, aguas-abajo del Pantano de Puentes, á 620 metros cúbicos por segundo, ó proximamente á la tercera parte del total; esto aun admitiendo las condiciones verdaderamente extraordinarias, que se ha dado á las avenidas de cada uno de los dos afluentes, apesar de haber supuesto la coincidencia exacta en dicho punto de los máximos, y en la hipótesis también de que los vasos conserven en el principio del fenómeno, grandes volúmenes de agua con destino al riego, circunstancia que reduce considerablemente el poder regulador.

Pero á pesar de esta tan notable reduccion, pudiera ser mirado como no exento de peligro aquel caudal; y esto nos mueve á proponer algunas obras complementarias, cuyo objeto se dirige, por una parte á disminuir el volumen de las aguas corrientes, y por otra á dificultar su reunion.

En este sentido, cremos que pueden tener útil aplicacion á esta cuenca, los procedimientos seguidos por la adminis-

tración Francesa en la regeneración de las montañas; con tanto mas motivo, cuanto que las de que se trata, tienen grandes analogías en la forma, en su estado de desnudez y descomposición, y en los torrentes que las surcan y desnudan, con los torrentes alpinos á que nos referimos.

La utilidad de tales obras está bien demostrada en el libro escrito por Mr. Surell, autor del sistema de la extensión de los torrentes, en otro, en que Mr. Cezanne ha completado la segunda edición del anterior, y en el informe dado al Gobierno Suizo por Mr. Kulmann, á consecuencia de las inundaciones de 1856.

Los resultados obtenidos no permiten abrigar duda alguna sobre esta eficacia, para la defensa de los terrenos de montaña, para la corrección de sus torrentes y de sus acarreos, y para la regularización de sus aguas; y como además los procedimientos son tan sencillos y económicos, no dudamos en aconsejar su adopción, como indispensable complemento á las obras propuestas, como elemento importantísimo para su conservación y buen funcionamiento, y como medio seguro de contribuir á que el sistema general de defensa adquiriera el carácter de permanencia indispensable, puesto que su planteamiento exige tan cuantiosos gastos.

El entrar aquí en un análisis de tan interesantes escritos, nos llevaría demasiado lejos del objeto y alargaría sin motivo bastante este documento, pero no podemos por menos de describir en globo los procedimientos generales, y de consignar algunas de sus mas importantes conclusiones, para demostrar la conveniencia de un ensayo de esta índole en nuestro país. Con ello, sobre contribuir poderosamente al fin que se persigue en estos proyectos, se inauguraría como en Francia el principio de una nueva época; la de la reconstitución de nuestras empobrecidas montañas, y el consiguiente beneficio para la agricultura de los valles, desolados alternativamente hoy por interminables sequías, ó por esos impetuosos aluviones que convierten en pocos momentos las fértiles campiñas en verdaderos páramos de cantos y arena.



Sabido es que la cuenca comprende tres zonas, tanto mas caracterizadas y distintas, cuanto es menor la importancia de la corriente que alimenta: la mas elevada se denomina zona de recepcion, ocupa la parte montañosa y afecta en general la forma de un abanico, cuyas varillas forman los diferentes cáuces que la surcan; estos recojen las aguas de cada una de estas secciones en que dividen el terreno por otros cáuces secundarios, que á su vez se subdividen nuevamente en una série casi indefinida. Si á esta particular disposición del terreno para reunir las aguas de lluvia, se agrega su fuerte pendiente y la circunstancia de ser en estos parages donde las lluvias toman con frecuencia el carácter torrencial, fácilmente se explica la magnitud é impetuosidad de las avenidas propias de estos cáuces, ordinariamente secos, y los grandes volúmenes de materias sólidas que las aguas acarrean, procedente de la erosión del terreno.

A continuación de esta, viene otra zona corta, situada ordinariamente en las últimas estribaciones; es realmente un portillo abierto en la montaña por denudación, y de aquí su forma estrecha y tortuosa y sus altos y rígidos escarpes; sus laderas están fuertemente trastornadas, pues la socavación de su base, ha dado márgen á la creación de profundas barranqueras, donde la erosión es extraordinariamente poderosa.

Las aguas pasan con gran violencia por este desfiladero socavando continuamente, hasta que ha llegado á crearse la pendiente límite, y no dejan en él, depósito alguno. Los daños causados por los barrancos, son en esta parte casi nulos, y si su forma pudiera prolongarse hasta la terminación, se evitarían la mayor parte de los que ocasionan.

Seguidamente viene la tercera y última zona, llamada de sedimentación, por que en ella se depositan los materiales. Principia en el punto en que la corriente desemboca en el valle ó llanura, y termina en su fondo por donde ordinariamente puede correr un río. Como la pendiente ha disminuído, las aguas pierden su velocidad, y los depósitos se verifi-

can principiando por los de mayor tamaño, hasta las gravas y arenas. Estos depósitos van acumulándose en las avenidas sucesivas, formando en la llanura un cono, cuyo vértice está en el extremo inferior del desfiladero, y que interrumpe la forma general del valle. La dirección de la corriente en el principio de esta zona, es la prolongación de la que trae en el final de la anterior; pero como las generatrices del cono tienen todas la misma pendiente, hasta el menor obstáculo para que cambie de dirección, y de aquí la condición de divagar, esencialísima en esta clase de corrientes.

La forma en planta de esta, es pues, como hemos visto, la de líneas convergentes en la primera zona; bruscas sinuosidades en la segunda; y grandes y continuas vueltas en la tercera; con la particularidad de que el cáuce, es en esta muy variable, y sensiblemente fijo en las anteriores.

El perfil longitudinal le constituye una curva cóncava continua, cuyas tangentes se inclinan mas y mas rápidamente al horizonte, á medida que se asciende en su curso; y este si se compara con el del primitivo terreno, se vé que es mas bajo en la tercera zona, mas alto en la segunda, y que ambos se cortan en el boquete por donde llega al valle.

La forma transversal es mas ó menos encauzada en la montaña, según la clase y consistencia de los terrenos que atraviesa, fuertemente encauzada entre las rocas del desfiladero, y apenas si en el cono de deyección se echaria de ver su cáuce, si las avenidas mas recientes no hubieran dejado en él señales indelebles de los males que á su paso ocasionan en la rica vegetación de que ordinariamente suele estar recubierto.

No todos los barrancos presentan en perfil una curva regular y continua, ni todos los cáuces se extienden hasta el rio, ni las aguas divagan con igual facilidad; hay algunos en que el lecho afecta saltos bruscos, mas ó menos elevados, principalmente en el boquete; otros en que el cono deja de elevarse, ó en que la corriente se abre en su superficie un cáuce definitivo; y todas estas diferencias dependen del estado á que ha llegado la corriente en su formación.

Desde el origen hasta que se ha creado la pendiente límite ó sea aquella que necesita para arrastrar los materiales arrancados, puede considerarse como el primer período; otro abarca todo el tiempo en que con la pendiente ya formada, la corriente divaga por el cono; y el último, aquel en que posee un cáuce invariable y se aproxima la época de su extinción.

Los tres estados anteriores pueden considerarse como verdaderos límites, entre los que hay una infinidad de situaciones intermedias y como de todas se prestan ejemplos numerosos, ellos hacen patentes la marcha en que desde su creación sigue un torrente, cuya tendencia constante es á crearse una situación estable y definitiva.

Hay casos en que terminan en un valle sin río, y entonces los arrastres se acumulan indefinidamente, apoyándose en la vertiente opuesta; la pendiente entonces vá menguando, así como la velocidad y potencia de las aguas; y éstas circunstancias favorecen considerablemente su extinción. Esto sucede en la potente rambla de Nogalte que desemboca en el origen del valle de Lorca, cuya corriente divaga en su extenso cono de deyección, invadiendo sus gravas considerables extensiones de aquella comarca poblada de árboles y perfectamente cultivada. Las deyecciones se han elevado hasta el punto en que el cono forma la divisoria de aguas entre el valle y el Mediterráneo y estas marchan alternativamente en una ú otra dirección y aun en ambas á la vez.

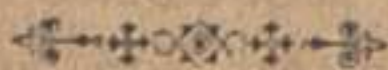
Numerosas son las ramblas de esta índole que desde la sierra del Caño y de Tercia bajan al valle entre el Puerto y Lorca y entre Lorca y Totana, y destruyen no solo las cosechas, sino la carretera que se dirige á Almería y Granada, cuya buena conservación hacen imposible; y en ellas puede hacerse un estudio muy provechoso acerca de su formación y de los efectos de estas terribles corrientes, puesto que las hay de muy reciente formación, al paso que la del Nogalte ha llegado ya á crearse su pendiente límite.

Las que desembocan en la parte baja, como las de Libri-

lla, Belen, Algeciras, carecen del cono deyectivo, la pendiente trasversal del valle es grande, y las aguas le atraviesan con rapidez; lejos, pues, de depositar materiales han abierto en los antiguos acarreos un profundo surco, por donde marchan al Guadalentín, sin otros perjuicios que algunas degradaciones en el cáuce y las que la aglomeración de aguas en este ocasiona al llegar á la jurisdicción de Murcia.

## ARTÍCULO 2.º

### Aplicación á la cuenca del Segura.



Los torrentes son producidos por denudación, y de consiguiente cuantas causas la favorecen, provocan su formación; dos elementos influyen principalmente para que aquella sea más ó menos considerable; la resistencia del terreno y la energia de los agentes. La primera depende de su naturaleza, del estado de descomposición en que se encuentra por efecto de los movimientos ó trastornos que ha sufrido y del estado de la superficie: y la segunda, de la temperatura, frecuencia de las lluvias, condiciones en que estas caen en forma del terreno, pendientes, disposición de sus arroyadas, etc. etc.

Respecto á la primera, nada puede decirse, puesto que es dada por la naturaleza misma del terreno, pero, para que la segunda tenga lugar, es necesario que el agua se reúna prontamente y recorra fuertes pendientes: de este modo, el agente que produce la denudación posee los dos elementos de masa y velocidad, necesarios para que su acción sea enérgica.

Vemos, pues, que las causas origen de los torrentes son tres; geológicas, topográficas y metereológicas, si bien la segunda pudiera ser mirada como una consecuencia de las otras dos, puesto que ellas han dado por resultado la forma del terreno: veamos de que manera influye cada una en la formación y en sus efectos.

Las avenidas son siempre acarreadas por lluvias torrenciales, y algunas veces en nuestro país, por la combinación de esta causa con el derretimiento de las nieves; así, por punto general, tienen lugar en Murcia en el otoño y alguna vez en la primavera.

La elevación de aquellas montañas no alcanza á permitir la formación de grandes neveras, pero basta para que la nieve se conserve largo tiempo en la primavera, y también para que se cubran sus picos y aun sus faldas de una espesa capa, en el otoño, como pudimos observar á principios de Octubre de 1885 y es frecuente según noticias adquiridas. Saturados de humedad los vientos que proceden del Mediterráneo, pasan sin transición desde la elevada temperatura de este mar, á la que es propia de las elevadas sierras de María, Culebrina y Espuña tan próximas á él y cubiertas de nieve; de aquí las rápidas condensaciones y deshielos y las violentas lluvias, origen de algunas fuertes avenidas en los rios que allí tienen su nacimiento.

Otras veces, y esto es lo mas frecuente, los grandes meteoros acuosos, aquellos cuya intensidad vá acompañada de larga duración, proceden del Atlántico y tienen indudablemente lugar al paso por el continente de esas grandes perturbaciones atmosféricas llamadas ciclones, que formados en América en el golfo de Méjico, atraviesan el Atlántico y el continente Europeo, en dirección constante del S. O. al N. E., siguiendo su eje una trayectoria parabólica proximalmente.

Por otro lado, la situación geográfica de estos terrenos, hacen que los calores se dejen sentir con fuerza en el verano, que las lluvias sean poco frecuentes y grande la evaporación; la tierra carece de la humedad indispensable para que

prosperé la vejetación, y el terreno, sometido á fuertes alternativas atmosféricas y sin defensa, es fácilmente denudado por las aguas.

No son menos propicias las condiciones topográficas para favorecer esta acción, con la rápida concentración de las aguas en los cauces: y bastará para demostrarlo, observar las altitudes de algunos de estos picos y compararlos con los de los valles que separan estas sierras, y aun con su proximidad al Mediterráneo; de cuya comparación se deducen las enormes pendientes que el terreno afecta en el nudo de montañas donde nacen los principales rios.

### ESTADO DE ALTITUDES

| Altura de los picos          |       | Alturas del Thalweg |
|------------------------------|-------|---------------------|
| Sierra María. . . . .        | 2,039 | 1,215               |
| Gigante (culebrina). . . . . | 1,494 | 690                 |
| España. . . . .              | 1,584 | 212                 |
| Buitre. . . . .              | 1,426 | 260                 |

Al enumerar las causas que favorecen la formación de los torrentes y la consiguiente aglomeración de las aguas de lluvia, hemos dejado para lo último la del estado de desnudez de aquellos terrenos, por que enlazada esta con la debatida cuestión de la influencia que los bosques ejercen en los fenómenos meteorológicos y sus efectos, exige un exámen algo mas detenido.

Verdadera confusión produce el estudio de las obras en que tan notables Ingenieros y hombres de ciencia describen la multitud de hechos observados para averiguar la acción de los bosques, en la temperatura, marcha y fuerza de los vientos, intensidad y duración de las lluvias, poder absorbente de los terrenos según su estado etc.

No solo se contradicen muchas observaciones, sino que hasta en el estudio de un mismo hecho llegan á resultados

enteramente contrarios los defensores de opiniones diversas; esto tiene, en nuestro concepto, fácil explicación, si se observa que la meteorología, ciencia nueva y de observación, necesita de gran número de pacientes y costosas observaciones, hechas durante muchos años y en muy diversos países á la vez; y solo cuando los materiales, á tanta costa reunidos, pueden analizarse y compararse podrán conocerse las relaciones que enlazan los diferentes fenómenos, y las leyes generales á que obedecen.

Las observaciones son, por otra parte, difíciles, pues que difícil es también apreciar con exactitud la influencia, á veces decisiva de las circunstancias de localidad, en el fenómeno que se estudia; así, no bastará observar dentro y en las inmediaciones de un bosque su papel en la temperatura, en la lluvia, en la absorción etc. como ordinariamente se practica; los resultados solo serian verdaderamente comparables, cuando fuese sometida á la observación una misma localidad antes y despues de su roturación; para este estudio pudieran realmente ser de gran utilidad algunas localidades de América en las que se ha verificado un cambio completo en el estado de los bosques, y esto en grandes extensiones; única manera de que las observaciones merezcan alguna confianza, y puedan sus resultados ser considerados como generales.

No producirá menor embarazo, en el exámen de estos hechos, la tendencia tan común á la generalización, en que incurren algunos Ingenieros franceses y mas que nada, el deseo de que las ideas que cada uno profesa sea siempre la expresion de la verdad; las discusiones se limitan entonces á amoldar los hechos á las ideas propias de antemano concebidas, y á ponerlas en contradicción con las ajenas; y por este camino, ni es fácil llegar á la verdad, ni puede conseguirse otra cosa que la confusión ya apuntada.

Sea de ello lo que quiera y procurando nosotros huir de sistemáticas exageraciones, creemos, con Mr. Cézanne, que los efectos producidos por nuestros limitados bosques en la producción de las grandes lluvias y sus causas, deben rele-

garse entre los infinitamente pequeños de la meteorología; es decir, que sin negar que en algunas localidades pueden los bosques influir en la temperatura, en la lluvia, etc., esta influencia es siempre limitada á las localidades próximas y muy pequeña; y que no puede, en modo alguno, modificar sensiblemente la marcha ni las condiciones de esos grandes meteoros, á los que son debidas las lluvias, origen de las inundaciones.

No quiere esto decir que los bosques, ó mejor dicho el estado de la superficie en las montañas, no pueden ejercer notable influencia en las inundaciones por cuanto el desagüce ó roturación del terreno facilita la reunión de las aguas de lluvia, mediante la apertura por denudación de numerosos barrancos; y esta aglomeración es una de las condiciones que mas influyen en la producción de aquellas. Las opiniones están ya mas de acuerdo en este punto, y la generalidad convienen en que ciertas obras de la montaña, al favorecer la vejetación, impiden la degradación del terreno y detienen allí las aguas, prolongando la duración del desagüce y reduciendo las avenidas; en que la frescura que los bosques dan al terreno, favorece la filtración, puesto que no se interrumpe la continuidad entre las aguas superficiales y las inferiores, como sucede en un terreno desecado, que, al dificultar con su sombra la evaporación, regularizan las corrientes, por que siendo esta una cantidad predominante en el total del agua llovida, aumenta muy poco el cáudal de invierno y en gran manera el del verano, en que la evaporación absorbería toda el agua llovida.

El retraso que en la fundición de las nieves producen los bosques, la maleza y aun las praderas; el agua que se invierte en mojar las ramas y las hojas, la que se recoge en la multitud de repliegues formados por las primeras, la especie de drenage que las raices producen en el terreno etc., son otras tantas causas para evitar la aglomeración, que tienden todas á este fin, y sus efectos son sensibles en la regularización de las corrientes.

En apoyo de los efectos anotados, citaremos el resultado



obtenido por el Doctor Muller en la Australia, país seco y cuyas corrientes son escasas y muy irregulares. Este ha hecho numerosas plantaciones de árboles, en mas de cien puntos distintos, y constantemente ha obtenido la creación de pequeñas corrientes de agua, sea por haber facilitado la filtración de las de lluvia, ó por haber disminuido la evaporación; y este hecho es tanto mas concluyente, cuanto que se refiere á un mismo terreno alternativamente desnudo y poblado de vegetación.

Otra experiencia concluyente, hecha por Mr. Forster en una ladera, prueba la acción de los bosques para oponerse á la denudación, á la apertura de cáuces y aglomeración de las aguas. Esta ladera abarcaba tres zonas; una cubierta toda ella de bosques, otra enteramente desnuda, y la tercera cubierta en la parte inferior y rasa en la superior; la formación de torrentes y sus crecientes desagües en la segunda, la ausencia de estos en la primera y la tendencia á extinguirse los ya formados en la tercera, demuestran palpablemente la acción indicada.

Por último, los resultados obtenidos con las obras recientemente hechas en algunos departamentos de los Alpes Franceses y Suizos, han patentizado la acción enérgica producida por la grande y pequeña vegetación así en la defensa del terreno, como en la regularización del desagüe de las lluvias tempestuosas y la consiguiente disminución de las avenidas.

Nada mas difícil que precisar el origen de una corriente: multitud de pequeños hilos de agua perdidos entre la hierba ó la maleza, y cuya marcha contrariada por mil obstáculos, apenas se percibe, se reúnen entre sí; y cuando en número bastante, adquieren cierto volúmen, queda formada una corriente que desnuda el terreno, se crea un verdadero cáuce que vá atrayendo nuevas aguas y marcha con velocidad creciente, aun cuando disminuya su inclinación. Pequeñas capas de lluvia adquieren fuertes velocidades en los tejados por que se encauzan en el momento de caer, y las calles de las ciudades, dispuestas para una evacuación rápida, se

convierten en verdaderos torrentes de gran velocidad, aun en cortos aluviones que en el campo no producirían corriente apreciable; y es que, para que el agua adquiriera velocidad, y con ella pueda producir degradaciones en el terreno y acumularse, es mas necesaria la masa que la pendiente y esto lo demuestra también la lluvia misma, que cae con tanta mas rapidez, cuanto mayor es su masa ó su cantidad.

Por el contrario, los surcos que traza el arado, las viñas, olivares, etc., plantados siguiendo las líneas de nivel del terreno, y en general los campos en escalones, detienen el agua, dividen la masa, amengüan su velocidad, provocan la filtración y distraen de los cáuces grandes volúmenes, regularizando las corrientes en beneficio de la agricultura. Todos estos ejemplos, demuestran que los obstáculos opuestos á la libre marcha de las aguas en su origen, dificultan la formación de cáuces y la acumulación, y por consiguiente si la acción de los bosques y praderas en las montañas es dudosa, ó mejor dicho, insensible en la temperatura, lluvia, vientos, etc., comparada con los grandes fenómenos de la meteorología y sus causas principales, es cierta y reconocida por la generalidad, respecto á la evaporación y filtración, y sobre todo para dividir las aguas, impedir la formación de cáuces, amenguar las avenidas y los arrastres de materias sólidas, conservando la forma á los cáuces de los rios principales y aun profundizarles, evitar sus divagaciones, y en una palabra, regularizar su régimen aproximando su caudal medio al de sus límites extremos.

Razonada la conveniencia de vestir las partes montañosas de la cuenca del Guadalentín, como procedimiento auxiliar de normalización en el regimen de sus aguas, á la vez que para retener los arrastres, mejorando con ello las condiciones de conservación y buen funcionamiento de las demás obras propuestas, puede ahora describirse en globo los procedimientos que conviene seguir, las obras que deberan ejecutarse, los elementos que al efecto pone la localidad, las superficies que deberían defenderse, y sus costes probables.

Si hubieramos descendido al estudio detallado de cada

una de las partes enunciadas, nuestro trabajo hubiera sido casi interminable, y también su descripción y apoyo. Por otra parte, aunque sancionados ya por la experiencia estos trabajos, nosotros no podíamos presentarlos en el carácter de decisivos ó ejecutables en gran escala; opinamos, por el contrario, que deben llevarse á cabo con prudencia principiando por verdaderos ensayos de limitada extensión que podrán desarrollarse concebidos y dispuestos según las lecciones que la experiencia local aconseja. En este sentido, de nada hubiera servido un proyecto completo y detallado de las obras propias de este sistema, que además de habernos empeñado en un laborioso trabajo y dilatado considerablemente la época de la terminación del proyecto, es muy probable que las modificaciones necesarias anulasen la utilidad práctica del mismo.

Dos son los efectos principales que se buscan en el sistema que estudiamos; el primero reducir el volúmen del agua corriente en las avenidas y el segundo alejar la probabilidad de la reunión de los máximos en un punto del cauce del río; y si aquel puede siempre conseguirse en mayor ó menor escala, cualquiera que sea el emplazamiento de las obras, con tal de que sea superior á los puntos amenazados no así este último, que depende en gran manera del dicho emplazamiento.

La primera cuestión que debemos tratar, es pues, la de los puntos en donde deberían ejecutarse las obras, conocidas como nos son los que ocupan aquellas á que sirven de complemento y la disposición y condiciones de los cauces.

Principiando por la parte elevada del Guadalentín, sabemos que de los ríos Velez y Luchena, de que este se forma, nacen y recorren zonas muy semejantes y próximas y en las cuales, las grandes lluvias se desarrollan en cortos intervalos y con idénticas fases; pero al paso que el Velez tiene un cauce muy recto, el Luchena dá un rodeo de mas de 20 kilómetros cerca de la reunión de ambos; y esto hace que sus avenidas, comprimidas además por el estrecho y tortuoso desfiladero de Val-de-Infierno, de 6 kilómetros de

longitud, lleguen con bastante retraso á la confluencia sobre las de su vecino: este efecto, es además aumentado con la construcción de los pantanos de Val-de-Infierno y Agua-Amarga, y á secundarle, deben en nuestro juicio, obedecer también las de que hablamos, condición que marca ya la cuenca del Luchena, como punto obligado en donde debe desarrollarse, con lo que se favorecerá á la vez la buena marcha y conservación de los dos vasos proyectados en este afluente.

No sería racional el empleo de este sistema en el valle del Velez por cuanto si bien pudiera distraer del cáuce gran cantidad de agua, se retrasaría á la vez la evacuación: y esto pudiera favorecer la reunión de los máximos en Puentes, agravando la situación de las cosas.

Pero ya que debemos prescribir su empleo en toda la cuenca, debemos aceptarlo en la parte baja de la misma, aquella en que por su proximidad á la confluencia dá su contingente al rio desde los primeros momentos. Esta sección pudiera extenderse á algunas ramblas próximas á la confluencia con el Luchena, situadas en la margen izquierda del Velez y que proceden de la inmediata sierra de la Culebrina. Sus pendientes son fuertes en el origen y aun en la parte media; y mientras contornean los estribos de la indicada sierra, sus arrastres se limitan á los fragmentos de roca desprendidos de las laderas; pero al salir á la llanura, la escasa consistencia del terreno permite á las aguas abrir profundos cáuces, cuyos escarpes se desprenden en grandes masas y llegan á obstruirle, hasta que el agua acumulada consigue romper el obstáculo y llevar todo en confusión al inmediato vaso del Pantano de Puentes.

Este hecho hemos tenido ocasión de observarlo junto al camino que conduce á los Velez.

En la margen derecha del rio no conviene llevar por ahora estos trabajos, en atención á que la divisoria está muy próxima y el efecto sería muy pequeño en la parte baja; en cuanto á la superior, pudiera como hemos dicho ser perjudicial por cuanto contribuiría á favorecer la reunión de los máximos.

Por ambas vertientes del gran valle de Lorca, desde su origen en Puerto de Lumbreras hasta Murcia, afluyen al Guadalentín gran número de ramblas, de variado aspecto é importancia, y que bajo el punto de vista de las inundaciones debemos clasificar en peligrosas é inofensivas, segun que los perjuicios se limiten á pequeñas extensiones en sus cuencas propias ó sus aguas contribuyan á agravar la causa de las inundaciones generales.

Haciendo caso omiso de las de la márgen derecha que, gracias á la proximidad de la divisoria, no merecen atención especial, las situadas en la izquierda y zona alta hasta Totana tienen su cono de deyección muy marcado en la llanura, y por la inversa, los afluentes á la parte baja hasta Murcia atraviesan rápidamente el valle en dirección al rio, abriéndose en aquel un profundo cáuce. Los perjuicios son locales en las primeras; los materiales arrastrados invaden los campos y hacen muy difícil y costosa la conservación de la carretera y de la via-ferrea que recorre esta comarca, pero las aguas extendiéndose en aquella dilatada superficie contribuyen poco á las inundaciones inferiores. Las segundas llevan por el contrario rápidamente todo su caudal al rio, y por su proximidad á Murcia contribuyen á inundar su huerta y las inferiores.

Bajo el punto de vista de las inundaciones de carácter general, puede prescindirse de la corrección de las primeras; pero, como á la par que daños particulares los hay cuantiosos en las vias públicas, dejamos mas especialmente al elevado criterio de la superioridad el juzgar acerca de la conveniencia de la corrección de estos barrancos, y la manera de distribuir equitativamente los gastos de la operación, entre los que con el estado mismo, han de sentir sus beneficios; pero, en lo que concierne á las de Librilla, Belén, Algeciras, Salinas, etc., opinamos por la utilidad de las obras, como importantes factores del problema de las inundaciones.

Resumiendo cuanto se ha dicho de las zonas que conviene defender, vemos que pueden dividirse en grupos; el primero

comprende el valle del Luchena, el cual abarca una extensión defendible de 14;000 hectáreas, segregando como es natural, todos los terrenos formados por rocas abruptas y otros de planicies con escasa pendiente; segundo, la parte de la cuenca del Velez, comprendida entre el Pantano de Puentes y las inmediaciones de la Parroquia; su extensión será de unas 500 hectáreas; y tercero, la rambla de Caravaca que desemboca entre Puentes y Lorca, cuya cuenca mide 1,500 hectáreas, esto en lo que se refiere á la sección elevada del rio.

Viniendo al gran valle de Lorca, en el que, como hemos dicho, desaguan todas las ramblas, y en el mismo Guadalentín, que es solo una gran rambla afluente al valle, tenemos otros dos grandes grupos, formados el primero, de todas las que en él tienen establecido su cono de deyección, ó sea desde el origen de aquel hasta cerca de Totana, y que esparcen sus aguas antes de llegar al rio, y las de Librilla, Belen, Algeciras, Salinas, etc., que le llevan íntegro su caudal; la extensión superficial de cada uno de estos grupos, no es fácil marcarla, ni aun por aproximación; este dato nos hubiera engolfado en larguísimos trabajos de campo y gabinete, que hace completamente innecesario el sistema que para la ejecución paulatina y progresiva de estas obras proponemos.

Ocioso fuera entrar en la relación minuciosa de los procedimientos seguidos por la administración Francesa para la defensa de sus principales montañas; ellos son variadísimos, aunque sencillos, y haría larga su descripción. Mr. Cezzanne, afirma que mas que esto, enseña la simple inspección de los lugares, y que esto basta para formar criterio seguro en la elección de los mas apropiados en la multitud de casos que se ofrecen; no omitiremos, sin embargo, la enumeración de los principales, ni el indicar algo de su coste, con lo que terminaremos esta parte.

La idea principal á que obedece el sistema, es la de evitar en lo posible la reunión de las aguas de lluvia; á este objeto deben subordinarse todos los medios empleados y con este

fin deben ser elegidos y dispuestos en todas circunstancias; y como tanto mas fácil es el conseguirlo, cuanto menor sea el volúmen de la corriente, de aquí el que las obras deben principiar en su origen.

Sencillos obstáculos de piedra, tepes ó ramajes colocados al través de un Thalweg incipiente, bastan para borrarlo en poco tiempo; otras veces se consigue el mismo fin en cáuces ya mayores, con pequeñas presas de piedra perdida ó de mampostería, que provocan aterramientos, defienden los escarpes ó taludes rígidos de los barrancos y los extinguen: la limpia de los álveos, apilando la piedra extraída en las orillas, defiende estas y produce el encauzamiento: este es muy empleado en los conos de deyección, para evitar las divagaciones de las aguas.

Algunas fáciles desviaciones pueden distraer las aguas y permiten esparcirlas en terrenos de escasa pendiente donde se filtran y evaporan, provocando la vegetación; y principalmente la siembra de hierba y maleza, con la prohibición temporal del pastoreo, recubre la tierra de una capa protectora de césped, que facilita después la vegetación forestal; este resultado que es en resúmen el que tiende á producirse en todas las demás obras, permite oponer á la fuerza natural destructora que no cesa, otra fuerza natural, la de la vegetación, que constante también en sus efectos y secundada hábilmente por el hombre, puede vencer á la primera actuando en sentido contrario.

Estos sencillos y rápidos procedimientos se han aplicado en los Alpes Franceses y Suizos, y constantemente han sido coronados del mayor éxito.

Con ellos se han corregido y están en vias de serlo, peligrosos torrentes, regenerando grandes extensiones en su cuenca superior destruidas por la denudación, y se han encauzado las aguas en los conos de deyección, convirtiendo aquellas terribles corrientes de fango y agua en pequeños y dóciles arroyos que ya no desbordan.

Ellas han modificado las condiciones del Durance, tan temido por sus avenidas y sus divagaciones ocasionadas

por los materiales llevados á su cáuce, y hacen esperar que aplicados en grande escala, pueden regularizar notablemente el curso y régimen torrencial, aun en rios de mayor importancia.

Y todos estos resultados se obtienen, á la verdad, con escasos gastos, de los que nada puede dar mejor idea que el hecho citado de un guarda que ha hecho y reparado, por si solo, mas de 300 presas en pocos años, consiguiendo corregir un temible torrente y cambiando la faz de las cosas en una importante comarca. Las 95,000 hectáreas defendidas hasta 1870 han costado á 120 francos por hectárea, pero los procedimientos seguidos posteriormente, las mejoras y simplificaciones introducidas, demuestran que los gastos pueden variar entre 30 y 100 francos la hectárea, segun los casos, la forma y disposición de los terrenos, y su estado de descomposición mas ó menos avanzado.

Teniendo, pues, en cuenta que las condiciones climatológicas y físicas no son aquí tan extremadas, que el terreno no presenta en general aquellas pizarras y calizas arcillosas tan recientes y descompuestas, y que no existen los aludes, cuya acción destructora es tan poderosa, creemos que el precio medio de 60 pesetas por hectárea que le asignamos al consignar el presupuesto una suma alzada, no es escaso; ni dejará el sistema de contribuir eficazmente al efecto general, pues es sabido que el césped llega hasta retener una capa de lluvia de 0.<sup>m</sup> 05 de espesor.





---

---

## CAPÍTULO VII.

### ARTÍCULO ÚNICO

#### Orden de ejecución de las obras.

Desde las primeras páginas de esta memoria, hemos procurado hacer resaltar el papel que está llamado á hacer en los efectos producidos por estas obras, el orden y la subdivisión en grupos, que para su ejecución se propone.

Varias causas de índole diversa, nos obligan á llamar con insistencia la atención de la Superioridad hácia este punto de decisiva importancia, y á detenernos en el exámen de aquellas, que influyen en alto grado hasta en la elección y disposición de los medios propuestos,

No es conveniente ocultar las dificultades que se presentan á medida que se profundiza en el estudio general de las inundaciones, ni el sin número de problemas secundarios que surgen, muchos de los cuales, hemos tenido que orillar para no hacer interminable este trabajo; ni tampoco cierto temor de que á pesar de largas meditaciones y estudios, no estemos acertados en algunas soluciones que se presentan; y siendo así, no debemos prescindir del último factor con que para el mejor acierto podemos contar y este le encontraremos, como se verá, en la experiencia con la que se

puede contar mediante el orden y agrupación que proponemos para los trabajos.

La primera dificultad con que se tropieza es la deficiencia de los datos para venir en conocimiento de la magnitud y condiciones del fenómeno que se combate; no faltan ciertamente descripciones de las principales avenidas; pero se limitan á la enumeración de los males y desgracias acaecidas, sin que aquellas den otra cosa que una vaga idea, imposible de traducir en números, acerca de su gasto por segundo, su duración en cada estado y condiciones de la lluvia que las ha producido, elementos todos esencialísimos, pues de su conocimiento depende la acertada elección de los medios de defensa y sus condiciones.

Aun supuestas vencidas estas dudas respecto á los hechos, no serían menores las dificultades de carácter técnico; trátase de conocer las condiciones del movimiento tumultuoso é irregular de una corriente, que fuera de su lecho ordinario, vá chocando en todas direcciones con mil obstáculos y que no puede obedecer en su marcha á ley alguna de carácter general. Las fórmulas del movimiento permanente, aplicadas en un caso al Guadalentín, no pueden servir sino como comprobación de los hechos observados, y esto aun dentro de ciertos límites bastante ámplios; y las tan complicadas del movimiento no permanente, dadas por Kleitz, sobre no ofrecer mayor seguridad exigen el conocimiento de numerosos datos, trabajo que resulta largo y no está en relación con la utilidad práctica que se puede obtener. A las dudas que surgen en virtud de lo dicho, se añade la incertidumbre en que van siempre envueltos los efectos probables de toda obra construida en un río para modificar su régimen ó las condiciones de su cáuce; todas estas razones nos aconsejan llevar á la solución el mejor de todos los razonamientos, el mas seguro de todos los criterios, la experiencia; y á ella proponemos someter una gran parte de las obras.

Afortunadamente ésta puede tener lugar, porque otras circunstancias imponen la necesidad de un plazo sinó largo,

lo bastante al menos para adquirir preciosos datos de que hoy se carecen y que permitan fundar sobre sólidas bases soluciones definitivas.

Las campañas aptas para el trabajo del mampostero comprenden solo algunos meses al año en los países fríos de montaña; las fundaciones bajo grandes presiones de agua y los agotamientos á que dan lugar son difíciles, largos y costosos; las grandes masas de mampostería requieren tiempo para la fragua de los morteros y para que los asientos se verifiquen con regularidad y no den lugar á grietas ni defectos de homogeneidad: si á todo esto se agrega los cuantiosos gastos que originan, y que sea la que quiera la procedencia de los fondos, tienen que escalonarse en varios presupuestos; se deduce que entre la construcción de uno y otro grupo de obras debe mediar un plazo bastante largo para observar los efectos en las avenidas que sobrevengan, y para que el personal facultativo encargado de su dirección, pueda a la vez hacer el estudio de las condiciones topográficas, geológicas y metereológicas de los valles donde radican las obras, y establecer relaciones entre la lluvia, el agua que discurre por los cáuces, el tiempo, evacuacion, etc.

Como veremos en breve, el subdividir la construcción de las obras en las agrupaciones que proponemos, no ofrecerá inconveniente bajo el punto de vista de su efecto en las avenidas, siendo esto fácil de comprender después de lo dicho, al estudiar sus resultados probables.

Para fijar mas estas ideas indicamos la marcha que conviene seguir en el Guadalentín. Es indudable el efecto que sobre las avenidas del Luchena vá á ejercer el recrecimiento del pantano de Val-de-Infierno y el aliviadero de superficie del de Puentes, obra auxiliar indispensable en todo depósito de esta índole; por ellas pues, debe dar principio el desarrollo del plan general; pero durante el plazo invertido en la construcción de estas, el personal facultativo encargado de ellas debe obtener los datos que, á ser posible, basten para fijar las condiciones de las demás.

Primeramente deberá hacerse el levantamiento del plano

á grandes rasgos de las cuencas del Velez y Luchena y sobre él se trazará el plan de defensa del terreno para extinguir sus barrancos, detener las lluvias, y evitar su acumulación. Los trabajos de defensa deberán emprenderse desde luego, si bien con el carácter de ensayo, y desarrollarse á medida que lo aconsejen sus efectos y sus costes. Marcando sobre este plano la permeabilidad de cada zona, según sea su composición, su estado y la disposición de los estratos y montando algunas sencillas estaciones meteorológicas y secciones de aforos, podrían estudiarse la marcha y condiciones de las lluvias, su relación con los vientos, con el agua absorvida y la que corre por los cáuces, etc., datos todos de un gran valor, y que permitirán proceder con mas seguridad en la disposición de las obras necesarias.

Si, como todo lo hace esperar, las obras de defensa del terreno diesen satisfactorios resultados; y puesto que son tan económicas, convendría impulsarlas para que su terminación coincidiese con las dos ya indicadas. El exámen de su influencia, hecho con ocasión de las lluvias acaecidas, daría á conocer por comparación el efecto que en el régimen del rio podría esperarse del conjunto, en una gran lluvia y esto servirá de base para resolver acerca de las condiciones de las obras situadas mas abajo.

En esta época convendría hacer en el cáuce del Luchena los sondeos que exige el conocimiento de la profundidad á que se halla la roca sobre que debe apoyarse la presa proyectada en Agua-Amarga; en vista de lo que podría decirse acerca del punto del emplazamiento de esta importante obra. Constituye ella una parte del conjunto y sus efectos se han tenido en cuenta en el estudio de las avenidas del rio, asignándole el emplazamiento y dimensiones que la necesidad y la prudencia nos ha aconsejado; pero siendo costosa y de algún empeño, debemos colocarla algo en segundo término, no con la esperanza de prescindir de su concurso, sino para encomendar á la experiencia la determinación de sus condiciones en vista del resultado obtenido con las anteriores.

Tampoco es dudoso el efecto favorable que el canal de

derivacion de Totana ha de producir en las avenidas, por cuanto seguramente ha de amenguar su volúmen; pero la prudencia aconseja que la construcción de esta obra sea posterior y no simultánea con las citadas; primero por las averías á que estaría expuesta en una gran avenida, no modificada aun con las obras superiores; y además por que el remanso producido por la elevada presa de toma podría dar lugar en aquel caso, á mayores desbordamientos en el valle de Totana; por lo demás esta derivación, capaz de llevar al mar más de 100 metros cúbicos de agua por segundo, puede estudiarse en sus efectos; y si fuere necesario y como es muy probable, sus circunstancias lo permitieran podría duplicarse, recreciendo á poca costa su caudal y en mayor escala aun sus efectos en bien de la zona inferior.

Iguales razones aconsejan aplazar el ensanche del Reguerón hasta la segunda época; pues tomando las aguas la dirección de este cáuce, pudiera una avenida destruir los malecones hechos con el producto del ensanche y sin evitar perjuicios á la vega, serian perdidos todos los gastos. Esta, como todas las obras propuestas, obedece á un plan de conjunto y si son aptas para hacer el papel que alli se les asigna, no pueden serlo cuando se las somete á condiciones muy diferentes; cuando aisladamente hubieran de resistir toda la acción del fenómeno antes de su transformación.

Pero fácilmente se comprende, que, con el orden descrito no quedará ninguna obra en condiciones distintas de aquellas para que se han proyectado, y cada una quedará en las mismas circunstancias que si las demás estuvieran construidas.

Convendria, sin embargo, construir desde luego las defensas de escollera en el Paso de los Carros ó al menos una pequeña longitud en su origen, el ensanche de los Puentes del Reguerón y la reparación de los desperfectos en el Zanjón del Diablo; estas obras no son costosas, producirán un efecto benéfico desde el primer momento y darian la posibilidad de terminar rápidamente todas las que corresponden

á esta derivación desde el momento en que las superiores pudieran ejercer toda su acción moderadora.

Para completar el plan en el valle de que hablamos, restan las obras de defensa del terreno en las cuencas de las ramblas que á él afluyen directamente. No puede haber duda respecto á la conveniencia de llevar á cabo prontamente las situadas encima de Lorca, una vez comprobado el favorable efecto de las obras de esta clase, en la zona superior del Guadalentín: ellas evitarían los perjuicios que hoy sufren la carretera recientemente terminada y los magníficos campos de Lorca. El Puerto y parte de Totana, segregando del río volúmenes no despreciables de agua, en beneficio de las obras inferiores y de las huertas de Murcia y Orihuela.

Respecto á las situadas mas abajo y principalmente á las de Librilla, Belén, Algeciras, etc., tampoco podemos abrigar duda racional acerca de su regularización, si se tiene en cuenta por una parte que llevan todo su caudal al río, ya cerca de Murcia, y que la simultaneidad de sus crecidas con las del río, es muy improbable, dada su situación en la zona baja del valle y su escasa longitud en relación con la del Guadalentín.

Resumiendo lo dicho acerca del orden de ejecución de las obras en el mencionado río, tenemos que deberán construirse, en primer término, el recrecimiento del Pantano de Val-de-Infierno, el aliviadero de superficie del de Puentes, el pequeño muro de defensa en Lorca en la margen derecha del río, para completar aguas-arriba el que ya existe; todas las del Reguerón, excepción hecha de los trabajos de ensanche de su cáuce, y el ensayo en varios puntos á la vez del procedimiento de defensa del terreno; trabajos estos últimos que deberán recibir gran impulso encima de Lorca y en las ramblas inferiores de Librilla, Belén, etc., si, como es de suponer dan el resultado que se prevé en relación con su pequeño coste.

En este intervalo puede el personal facultativo organizar el servicio de observaciones metereológicas, y de aforos en el Velez, Luchena y Guadalentín, estudiar el terreno de las

cuencas de los dos primeros y fijar definitivamente el emplazamiento de la presa de Agua-Amarga, mediante los correspondientes sondeos hechos en el cáuce.

En la segunda época, se construirán las obras de defensa del terreno, extendiéndolas á las ramblas que afluyen por la margen izquierda, se construirá el pantano de Agua-Amarga, el canal de derivación de Totana y el ensanche del Reguerón.

En la tercera podrán hacerse los canales de riego de los dos márgenes del valle, y el que vá en dirección de los campos de Murcia y Cartagena.

Dicho se está que las observaciones á que aludimos al principio, no deben interrumpirse, ni tampoco el levantamiento de planos hasta obtener el de toda la cuenca en la forma que hemos indicado, pues esta operación es la base para disponer con acierto las obras y organizar su servicio, con lo cual se recojerán preciosas enseñanzas, aplicables después á otras comarcas que sienten también iguales ó parecidas necesidades.

Vengamos ahora á la cuenca del Segura, llamando así por el momento, á la superficie que vierte aguas á este río, excepción hecha del Guadalentín. Llama poderosamente la atención del que por primera vez visita á Murcia y se entera de la cuestión de sus inundaciones, la creencia tan generalizada allí de que solo al Guadalentín son en general debidas catástrofes. Y sin embargo, el Segura tiene cinco veces mayor cuenca, recoge gran parte de sus aguas en la zona misma que su afluente, y mientras vá casi constantemente encajonada entre montañas, circunstancia que tanto aumenta la energía del fenómeno, el Guadalentín recorre en su último trayecto 70 kilómetros de un valle cultivado y anchuroso.

El hecho es sin duda cierto en lo relativo á los perjuicios de Murcia, pero confúndese aquí los perjuicios causados con el volúmen de aguas que los produce, y esto sin la aclaración necesaria es erróneo. Una sencilla hipótesis lo hará evidente; supóngase cerrado el cáuce del Segura en la con-

tráparada origen de la huerta, y relleno hasta la altura de los campos en todo su trayecto hasta la capital «que esto pasa en el Guadalentín desde el Paso de los Carros» y medítense las consecuencias que para la huerta y para la ciudad misma tendría el hecho: y no se diga que el Reguerón sustituye en el Guadalentín al cáuce cegado, pues él, como todo cáuce artificial es absolutamente incapaz de llevar las aguas de las grandes avenidas, no ya de un río, sino de un pequeño arroyo de montaña.

Los perjuicios causados por el Guadalentín son graves sí, pero no dependen solo del volumen de agua que lleva; la causa principal es la carencia absoluta de cáuce y puede decirse que desde el momento en que el río lleva más agua de la que cabe por el canal del Reguerón, el resto se esparce por la planicie de la vega y la inunda, causando graves males. Esto no puede suceder con el Segura, aun cuando su caudal sea mucho mayor, puesto que por su anchuroso cáuce puede marchar sin desbordarse un volumen incomparablemente mayor.

Por otra parte, una vez invadida la vega de Murcia por las aguas del Guadalentín, no es de extrañar que siguiendo la dirección de la misma, penetre en las vegas inferiores, y aun puede darse el caso que sin estar completamente lleno el álveo del río, fuesen invadidas las vegas por el agua desbordada en el Paso de los Carros.

Sin negar, pues, que los males causados por el Guadalentín, son grandes en la huerta de Murcia é inferiores; y aun mas, conviniendo en que son mas frecuentes que los producidos por el Segura, y así debe ser, puesto que mas frecuentes son en los ríos las avenidas ordinarias, y las primeras bastan en el Guadalentín para producir inundaciones, dada su falta de álveo, no podemos estar conformes con que las avenidas de este sean ni tan voluminosas ni de tanta duración como las de aquel, lo cual, como no podía menos, está de acuerdo con todos los ejemplos y con la naturaleza misma de las cosas.

Tenemos la convicción de que con las obras proyectadas



puestas en el valle del Guadalentín, habrán desaparecido para Murcia las avenidas ordinarias y serán inofensivas las extraordinarias; en cuanto á las verdaderamente seculares de este afluente, sus efectos, sino enteramente remediados, habrán sufrido una gran reducción; pero así y todo, y si aquí nos detuviésemos, ni las vegas de Murcia y Orihuela, ni las ciudades mismas, estarían al abrigo de la calamidad que constantemente las amenaza.

Nótese, que el Segura, verdadero rio de montaña, atraviesa estas dos poblaciones y que especialmente en Orihuela forma, digámoslo así, una de sus calles; si, pues, nos limitásemos á regularizar uno solo de sus afluentes, dicho se está que el peligro, aunque menor, no habia desaparecido; de aquí la necesidad de construir obras en este ó en sus afluentes superiores, capaces de regularizarle en cierta medida, y de aquí también la de que algunas de las mas eficaces se ejecutan en la primera época. Desde luego deben hacerse las obras locales, próximas á Orihuela, que á su pequeño coste reúnen la condición de poner á cubierto la parte N. de la ciudad, mucho mayor que la restante, sita en la márgen opuesta.

Deben empezarse á la vez las de los pantanos del Quipar y Talave: el coste del primero no es grande y su capacidad es tal, que domina por completo este afluente, cuyo origen como el del Guadalentín, está en la zona de las grandes lluvias. El segundo es mas costoso por sus expropiaciones, pero es también muy vasto y eficaz para mitigar las avenidas del rio Mundo, el mas importante de los afluentes.

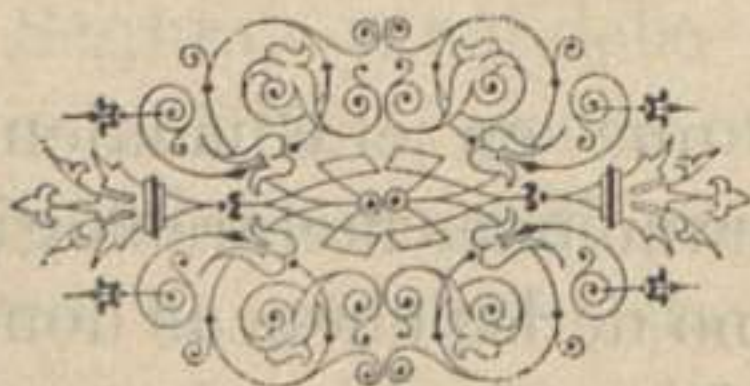
Del mismo modo que en el Guadalentín, deberán aquí llevarse á cabo observaciones metereológicas y aforos en los rios; levantar el plano de las cuencas donde se emplazan las obras, estudiar los efectos de las primeras que se construyen y determinar así las mas ventajosas condiciones de las que en su caso podrían sucederse. Convendría quizá también, llevar á algunas cuencas los procedimientos de defensa de terrenos que pudieran en algun caso reemplazar

con ventaja, alguno de los pantanos que se han estudiado en la región alta.

En la segunda época, y sirviendo de base las experiencias y estudios hechos en la primera, pudieran construirse alguno ó algunos de los pantanos proyectados en las regiones altas del Segura, continuar las de defensa y revestido de terreno, no dejando los estudios experimentales que al fin nos marcarían las que debieran hacerse en último término, para el que dejamos los riegos proyectados; á no hacerlos antes posibles la abundancia de aguas en el rio, y el interés de los pueblos auxiliados por alguna empresa particular.

Para terminar, consignaremos por su orden sucesivo, las obras cuya construcción se propone definitivamente, subdivididas en grupos correspondientes á los dos períodos en que deben ejecutarse.

|                          |             |                                                      |
|--------------------------|-------------|------------------------------------------------------|
| I. <sup>er</sup> PERÍODO | Guadalentín | Pantano de Val de Infierno.                          |
|                          |             | Desagüe del Pantano de Puentes.                      |
|                          |             | Muro de Lorca.                                       |
|                          |             | Defensa del terreno (una parte.)                     |
|                          |             | Obras en el Reguerón (excepción hecha del ensanche.) |
|                          | Segura      | Estudios y observaciones.                            |
|                          |             | Obras de Orihuela.                                   |
|                          |             | Pantano de Talave.                                   |
|                          |             | Id. id. del Quipar.                                  |
|                          |             | Estudios y observaciones.                            |







---

---

## SEGUNDA PARTE

### CAPÍTULO I.

#### ARTÍCULO 1.º

#### Bases generales de los proyectos.

En la primera parte de esta memoria, se han estudiado en conjunto las obras que proponemos como las eficaces para atenuar los perjuicios de las inundaciones en la cuenca del Segura. Debemos ahora estudiar en detalle y aisladamente sus proyectos; y bien se echa de ver que solo este trabajo, resultaría interminable, si nos propusiésemos redactar detalladamente cada uno de estos proyectos, ateniéndonos en cuanto á su documentación, á los formularios vigentes. Bien se comprenderá la imposibilidad de descender á tales pormenores en un trabajo de conjunto, sin hacerlo verdaderamente interminable, y tanto la necesidad urgente de terminar en breve plazo este trabajo, necesidad señalada por la Superioridad, como la índole misma del asunto, nos obliga á concretarnos á la redacción de ante-proyectos, que mas bien que el estudio de los muchos detalles que pueden variar según las circunstancias de unas obras á otras, tendrían por objeto indicar las bases á que han de sujetarse y las disposiciones generales que se pueden adoptar para todas ellas con ligeras variaciones, y formar una idea aproximada de su coste. Nos limitaremos, pues, en lo sucesivo á indicar

las disposiciones generales de las obras, á demostrar la posibilidad de adoptar las disposiciones especiales que proponemos en algunas, y que son necesarias para que puedan funcionar con arreglo á las bases establecidas en la primera parte de esta memoria.

Muchas de estas disposiciones serán á no dudarlo, susceptibles de mejora en sus detalles, tratándose á menudo de mecanismos que no están experimentados; pero de pronto, en este estudio de conjunto, no podemos pretender otra cosa que demostrar en principio su posibilidad racional, dejando perfeccionamientos de detalle á la experiencia, única que puede resolver definitivamente y con acierto esta clase de cuestiones.

Recordando las obras que hemos proyectado, se observará que pueden dividirse según su naturaleza en varios grupos; uno de ellos lo forman los pantanos, que como es fácil de comprender, tendrían un gran número de disposiciones comunes á todos ellos, y no hemos de repetir para cada uno lo que es aplicable á todos; así es que una vez descrita cualquiera disposición, nos contentaremos en las correlativas de los demás pantanos con una referencia, indicando únicamente las dimensiones que varían de unas obras á otras, y llamando la atención sobre algunos detalles que las circunstancias particulares de cada obra, obligan á variar en algunos casos.

Lo mismo podremos decir acerca de todas las demás obras; insistiremos especialmente en aquellas disposiciones nuevas ó poco conocidas, examinando ligeramente todo lo que es conocido y en lo que no puede surgir ninguna dificultad.

Los canales de riego que se proyectan, tienen un carácter complementario, mas bien que fundamental en el conjunto de estas obras, razón por la que debe ser su estudio mas ligero que el de las otras, pudiendo reducirse á lo necesario para apreciar en conjunto su coste y los beneficios que pueden reportar, sin dar una importancia que no tienen en este trabajo á las disposiciones de detalle, siempre que estas sean posibles en la práctica.

Con estos datos, es posible redactar presupuestos suficientemente aproximados para apreciar en conjunto el importe de las obras, sin necesidad de formularlos con el detalle que se acostumbra en los proyectos que solo comprenden una obra y no un plan general de obras, como es el trabajo que nos ocupa.

No puede la Comisión proceder de otra suerte sin dar á este trabajo una extensión, que no puede tener, dada la apremiante necesidad de terminarlo en breve plazo, su índole y la absoluta imposibilidad de conocer *á priori* y sin el auxilio de la experiencia, un gran número de detalles que forzosamente han de ser nuevos, tratándose de un género de obras poco experimentadas y mucho menos bajo el aspecto que aquí las presentamos. Se han adoptado para los trasportes, distancias medias comunes á los dos principales grupos de obras de pantanos y canales, admitiendo dos cuadros de precios aplicables á cada uno de estos grupos.

Los precios se han tomado para los canales, del proyecto de carretera de tercer orden de Cieza á Mazarrón, construida en parte y trazada en la zona en que se desarroyan la mayor parte de las obras de este grupo.

Para los pantanos se han variado algo estos precios, para tener en cuenta respecto á los materiales mas importantes los del Pantano de Puentes.

Si tales son las dificultades con que tropezamos en la disposición de los detalles y en la formación de un crecido número de presupuestos, se comprende que aquellas sean aun mayores en la redacción de un pliego de condiciones, aplicables á todas las obras. Es evidente que quedando indeterminados muchos detalles por las razones ya indicadas es imposible abarcar todas las condiciones que han de servir de base para la ejecución de la multitud de obras de todas clases que forman el conjunto del plan en un solo documento, ni es posible consignarlas tampoco en documentos separados para cada obra. Nos veremos, pues, precisados á reducir aquel importante documento á la exposición de las bases generales que han de regir en la construcción de los diversos

géneros de obras, no siendo posible incluir en él, los innumerables detalles que, si bien son necesarios para la subasta de las obras, no pueden figurar en nuestro trabajo, y que deberán ser objeto de proyectos especiales, de detalles que podrían desarrollarse simultáneamente con la construcción de alguna de las obras.

Tal es el criterio que ha presidido á nuestros estudios y con arreglo á ellos se redactará también esta segunda parte de la memoria. Hemos dividido siempre las obras de defensa en dos grandes grupos; las relativas á la cuenca del Guadalentín y las que se proyectan en el Segura y sus afluentes, excepcion hecha de aquel. Esta agrupación es natural, dado el papel que han de hacer dichos grupos en el modo de ejercer su acción en el conjunto del plan; y con arreglo á esta clasificación, iremos describiendo las obras empezando por el Guadalentín y siguiendo el orden en que se presentan al recorrer la cuenca, partiendo de la divisoria. Consagraremos un capítulo á la descripción general de las obras mas importantes que se emplean y luego describiremos particularmente cada una de ellas, indicando todo aquello que siendo importante, no esté resuelto anteriormente de una manera general.

Empezaremos por el estudio de las disposiciones generales adoptadas en los pantanos.

## ARTÍCULO 2.º

### Generalidades sobre los Pantanos.

#### Estudio general del cuerpo de las presas,



Estudiando en conjunto el plan de las obras que propo-



nemos, vamos á tratar en esta segunda parte, de la descripción de cada una; pero, teniendo en cuenta que entre las obras de defensa figuran varios pantanos, empezaremos por exponer en este capítulo las disposiciones comunes á todos ellos, lo cual evitará repeticiones, y quedando reducida la descripción de cada uno de ellos á los elementos que varían de unos á otros, se abreviará notablemente esta segunda parte.

Estudiaremos en este primer artículo las formas que se han adoptado para las presas, tanto en planta como en perfil, y las fábricas que deben emplearse en cada una de sus partes.

Se ha adoptado en todas ellas la planta circular convexa hácia aguas-arriba, justamente recomendada por casi todos los Ingenieros que han tratado de estas obras, y generalmente adoptada en las que se han construido. Pero en nuestros proyectos, hemos adoptado esta forma para obtener una nueva garantía de estabilidad y no la hemos tenido en cuenta en el cálculo, para disminuir los espesores; estos resultan demasiado pequeños para oponerse á las filtraciones, cuando se calculan las presas considerándolas como bóvedas, y ya hemos indicado en la primera parte la conveniencia de proyectarlas en condiciones de gran seguridad, aunque sea necesario sacrificar en parte la condición de la economía.

Estudiemos ahora los perfiles adoptados; se han aplicado á los diversos proyectos dos tipos de perfiles el uno con el paramento de aguas-abajo escalonado, y el otro con paramento continuo.

Veamos qué consideraciones deben guiarnos en cada caso para la elección entre ambos. No necesitamos recordar las ventajas y desventajas que se atribuyen á unos y á otros que son bien conocidas. Teniendo presente el objeto con que se proyectan estas obras, la condición que ha de predominar sobre todas las demás, ha de ser forzosamente la de obtener una seguridad tan completa como sea posible; y por lo tanto decidiremos esta cuestión, por el modo de resistir la obra,

en el supuesto de que el agua salve la coronación. En el estudio del Pantano de Val-de-Infierno se exponen algunas consideraciones que hacen ver, que cuando la lámina de agua que vierte por la coronación es de poco espesor, es preferible el paramento escalonado al paramento continuo. En este caso la máxima altura de caída del agua es la altura del escalón, y siendo pequeña la masa, el choque que recibe cada retallo es comparable con el de los zampeados de las presas vertederos; y cada retablo puede disponerse fácilmente en condiciones de resistir á ese choque. En las presas de paramento continuo, la altura de caída en el momento de verificarse el choque con el paramento es mayor, y aunque la reacción correspondiente á la obra disminuya, por otra parte, en atención á la oblicuidad del choque segun el teorema de Carnot, esta misma oblicuidad favorece el arranque de los materiales que se hallan mas expuestos á ser arrastrados por un choque oblicuo que por uno normal. Si suponemos que la lámina vá aumentando de espesor, la vena llega á separarse mucho de la arista de la coronación y puede salvar varios escalones. En este caso los retablos que recibieran el choque serian inevitablemente destruidos; pero tambien se hallaria en grave peligro la presa de paramento continuo. Debe tenerse en cuenta que la naturaleza misma de estos estudios, y la exageración con que se han evaluado las avenidas que han servido de base á los proyectos, los huelgos que se han dejado entre el nivel máximo del embalse y la coronación, el sólido pretil de 1,50 metros de altura con que se cuenta, la extensión de los vertederos, etc., hacen que el peligro de que vierta una gruesa lámina de agua por la coronación sea realmente remoto, por mas que sea imposible fijar un límite á las avenidas; al hacer este estudio en el Pantano de Val-de-Infierno se expone un cálculo que dá idea de lo remoto de este peligro, y puede extenderse á los demas proyectos. Debemos, pues, disponer el paramento escalonado, en las presas que se hallan mas expuestas á que el agua vierta por la coronación, toda vez que el mencionado cálculo demuestra que

sería necesaria una lámina de 1,22 de espesor para que la masa de agua salvase dos escalones, en el perfil que hemos adoptado, y puede considerarse el enorme gasto que esto supone contando con todos los desagües de las presas. Procedamos en esto como aconsejan todos los ingenieros, y como se procede siempre en las obras hidráulicas, que se disponen para resistir en los casos extremos más frecuentes y no en los verdaderamente extraordinarios. Así es que está admitido por todos los Ingenieros, que los desagües de los puentes deben disponerse para las mayores avenidas ordinarias, no para las extraordinarias ó seculares.

Debemos advertir que esta elección no tiene, en este estudio de conjunto, la importancia que se pudiera suponer, pues nuestro objeto principal es reconocer la posibilidad y conveniencia de las obras y formular su presupuesto aproximado; y este variará poco por la sustitución de un perfil á otro. Sin embargo, se ha estudiado con detenimiento esta elección respecto á los que se proponen desde luego.

En general hemos admitido el paramento escalonado, en las presas que se consideran más expuestas á que el agua vierta por la coronación y el continuo en las demás, como consecuencia de los razonamientos anteriores.

Pasemos ya á indicar como se han determinado los dos perfiles adoptados. Ambos se han calculado con 50 metros de altura.

El perfil escalonado se ha determinado empezando por determinar el perfil teórico por medios de las fórmulas de Pelletreau, en el supuesto de que  $N = 80$  y  $D = 2$ .

Se ha adoptado como límite de la carga permanente 8 kilogramos por centímetro cuadrado, por ser este coeficiente el generalmente admitido en los modernos proyectos de presas de embalse, valor perfectamente admisible en cuanto á la seguridad de la obra, si se tiene en cuenta que en todos los antiguos pantanos supera con mucho á esta cifra la presión máxima que sufren, y se hallan sin embargo en buenas condiciones de estabilidad. Por otra parte, en los

cálculos se supone que el peso de la mampostería sea de 2,000 kilogramos por metro cúbico; y excediendo generalmente á esta cifra, el peso específico de la buena mampostería hidráulica, la carga permanente no llegará en la realidad á los 8 kilogramos por centímetro cuadrado, adoptados como límite.

El perfil teórico de Pelletreau comprende tres zonas.

La primera se extiende desde  $y = 0$  hasta  $y = H = 0,536 \times N = 42,88$  metros. En esta zona el paramento de aguas arriba es vertical, y el de aguas-abajo está dado por la ecuación.

$$X = \sqrt{\frac{1}{2D} \left( y + 0,285714 \frac{D}{N} y^2 \times 0,80808 \frac{D^2}{N^2} y^3 + 0,01856 \frac{D^3}{N^3} y^4 + 0,0010 \frac{D^4}{N^4} y^5 \right)}$$

Se han determinado puntos á las alturas 10, 20, 30, 40, y 42,88.

La segunda zona comprende desde  $y = 42,88$  hasta  $y = H = 0,562 \times N = 44,96$ .

La ecuación de la curva de aguas-abajo es

$$X' = 0,2175 (y - H)$$

Por medio de estas ecuaciones se han determinado los puntos de ambos paramentos para  $y = 44,96$ .

Finalmente, para la tercera zona, la ecuación del paramento de aguas-abajo es  $\infty - l = 0,945 (y - H)$ , siendo  $l = 0,40598 N = 32,48$  y  $H = 44,96$  y la de la curva aguas-arriba  $\infty' - l' = 0,263 (y - H')$  siendo  $l' = 0,00569 N = 0,456$ .

Por medio de estas fórmulas, se ha calculado el perfil teórico que aparece en el diágrama con trazo amarillo.

Para terminar, el perfil se ha dividido en zonas de 8 metros de altura, y se han trazado los retallos de 3 metros, uniendo luego los extremos de cada horizontal con el punto de intersección de la siguiente con el perfil teórico. A este nuevo perfil se ha aplicado el método gráfico de la curva de presiones, y se ha visto la necesidad de aumentar el espesor aguas-arriba en la base, por medio de un aumento arbitrario que ha dado un valor de  $R = 7,6$  kilogramos por centí-

metro cuadrado, y por una curva de error, se ha determinado el espesor definitivo, con el cual el valor de R es de 8 kilogramos.

Los valores de R en los extremos de los planos horizontales, que se han tomado como juntas ficticias, aparecen en el dibujo, así como las dos curvas de presiones correspondientes á los casos de estar lleno y vacío el depósito, representadas con trazo carmín y azul, respectivamente; y los datos de cada una de las operaciones parciales se hallan reunidos en el cuadro que acompaña al diágrama.

El perfil de paramento continuo se ha calculado por medio de las fórmulas de Delocre.

El espesor en la coronación es de 4 metros, y ambos paramentos son verticales hasta el punto en que llega al límite adoptado de 80, el valor de N. Esta altura se deduce de la ecuación

$$N = \frac{4D^2e^2h}{3D^2e^2 - h^2} \text{ de donde se obtiene } h = 8,327$$

La segunda parte del perfil se ha dividido en seis zonas; la 1.ª de 6,673 y de 5 las restantes.

El valor de  $u$  (distancia del punto de aplicación de la resultante á la arista mas cargada) es menor que  $\frac{l}{3}$  (siendo  $l$  el espesor total) para la altura de  $h$  calculada, y la fórmula aplicable para calcular  $L$  es siempre  $N = \frac{2P}{3u}$  (1), siendo  $P$  la componente normal al plano considerado.

El paramento de aguas-arriba es vertical hasta la altura de 40 metros, que es hasta donde se ha calculado el perfil por estas fórmulas.

Siendo  $X$  el aumento de espesor en la zona considerada, los valores  $P$  y  $u$  se expresan por las fórmulas

$$P = 2S + 2ab + ax$$

$$u = \frac{6S(b+x) + 3ab^2 + 2ax^2 + 6abx - \frac{1}{2}(a+h)^2}{3(2S + 2ab + ax)}$$

Sustituyendo estos valores en la (1) se obtiene:

$$x^2 (a^2 - 2 a \lambda) + 2 x \left[ a (2 S + 2 a b - 3 b \lambda) - 3 S \lambda \right] + a b (4 a b + 8 S - 3 6 \lambda) + 4 S^2 - 6 S \lambda b + \frac{\lambda}{2} (a + h)^3 = 0$$

de esta ecuación se obtiene X, que sustituido en las dos anteriores, dá los valores de P y u; y por lo tanto pueden calcularse los de N en los dos paramentos.

En estas ecuaciones:

a es el espesor en la coronación.

b la longitud de la junta superior de la zona que se calcula

S' el área de la parte calculada.

l distancia del punto de aplicación de las presiones, cuando el depósito está vacío, al paramento exterior.

h el valor calculado = 8.327.

$\lambda = \frac{N}{S'}$  siendo S' la densidad de la mampostería,

En el adjunto cuadro se reúnen los detalles del cálculo hasta la altura de 40 metros.

En los 10 metros restantes se ha conservado el perfil teórico de Pelletrean, en atención á que á tal profundidad se confunde sensiblemente con el práctico, yá que son pocos los proyectos que alcanzan esta altura, á no ser contando los cimientos.

Indicaremos ahora las clases de fábrica que se han adoptado en las diversas partes del cuerpo de la presa.

El mazizo se proyecta siempre de mampostería muy hidráulica, pues es sabido que no debe emplearse ningún otro material á fin de obtener la impermeabilidad, condición de gran importancia en estas obras. Suele en ellas emplearse muchas veces un revestimiento de sillería; pero esto es, á nuestro modo de ver, inconveniente, no solo por su elevado coste, sino por introducir en la obra una fábrica mixta, en la que nunca pueden ser los enlaces tan perfectos como en una fábrica homogénea. Por estas razones hemos preferido emplear tanto en los paramentos como en las coronaciones y

retallos horizontales de las presas escalonadas, una mampostería de elección que se puede enlazar perfectamente con el resto del mazizo, sin interrumpir su homogeneidad, y además se obtendrá con ello una notable economía.

Esta misma fábrica se emplea en el cuerpo del perfil. Su albardilla es de sillería, así como la imposta general de coronación del paramento de aguas-arriba y la cornisa, únicos elementos que se proyectan de este material.

Los cimientos, tanto en el fondo como en el arraigo de las presas en las laderas, se proyectan de la misma fábrica que el mazizo; y además se ha supuesto que continúa la forma del perfil de la presa hasta la base de la fundación, no considerando prudente contar con la resistencia de la capa de acarreo.

En muchos de los emplazamientos de estas obras aparece la roca á la vista, pero en otros está cubierta por una capa de acarreo cuyo espesor no nos ha sido posible fijar, no habiéndose verificado sondeos; así es que la profundidad de los cimientos se ha apreciado prudencialmente en tales casos, por la consideración de la forma de las laderas y su extratificación, y en todo caso se ha contado con una profundidad grande en los casos dudosos.

La cubicación de los vasos se ha hecho empleando las fórmulas de Mr. Graeff, que mediante la longitud y área de las curvas de nivel separadas por una altura de  $K$  metros, se obtiene la longitud y área de las curvas intermedias y el volúmen que comprende

Estas fórmulas son:

$$D'' x + \frac{D' - D}{K}; A'' = a + b x + c x^2; V = a x + \frac{b x^2}{2} + \frac{c x^3}{3}$$

en las que  $D$   $D'$  representan los desarrollos de dos curvas distantes  $K$  metros;  $D''$  una intermedia separada de la inferior por una altura de  $x$  metros;  $A$ ,  $A'$ ,  $A''$  expresan las áreas comprendidas dentro de las curvas anteriores y  $V$  el volúmen comprendido entre la inferior y la situada á  $x$  metros sobre ella.

Los valores de las constantes son

$a \equiv A; b \equiv \frac{2D(A'-A)}{K(D'+D)}; c \equiv \frac{(D'+D)(A'+A)}{K^2(D'+D)}$

Por medio de estas fórmulas se han redactado los estados de cubicación que se insertan en los planos de los respectivos vasos.

Tal es el criterio con que se han proyectado todas las presas en cuanto se refiere al cuerpo ó mazizo.

Vamos ahora á examinar en el siguiente artículo, las disposiciones de los vertederos, de las galerías de limpia y toma de aguas, y de sus compuertas y mecanismos para su manejo, que son también las mismas para todos los proyectos y pueden describirse en general en este capítulo.

En algunas presas hemos proyectado un cierto móvil destinado á elevar el umbral del vertedero al terminar la crecida, con el objeto de conservar mayor volumen de agua para los riegos. Dicho móvil se describirá al estudiar las obras complementarias de.

**ARTÍCULO 3.º** OBRAS COMPLEMENTARIAS DE LA DERIVACIÓN DEL GUADALquivir.

**Estudio de las obras complementarias.**



Por los estudios llevados á cabo en la primera parte de nuestro trabajo, se comprende el papel que están llamados á representar los vertederos de superficie. La longitud y altura á que deben situarse, en las diversas presas, son condiciones ya fijadas en aquellos estudios, y aquí solo debemos tratar de los medios de realizar aquellas obras. Los vertederos que hemos proyectado se reducen á desmontes en la roca de la ladera, cuya rasante está á la altura que se ha fijado para el umbral, y cuyo ancho es la longitud del vertedero. Debe observarse, sin embargo, que en atención á las pendientes de las laderas, la cota máxima del desmonte, llega á valores considerables, sobre todo cuando la longitud del vertedero ó ancho del desmonte ha de ser grande; tanto más, cuanto que es indispensable alejar al verte-



dero de la presa todo lo posible. (Para evitar este inconveniente, se ha subdividido el vertedero, cuando su longitud es grande, en dos situadas en ambas laderas, y cuya suma de longitudes es la apreciada en el estudio de las avenidas y de los elementos de las presas.

La condición de alejar el vertedero de la presa, es de la mayor importancia, como lo prueba el hecho, ya citado, de la rotura del pantano del Habre; por esta razón se ha llevado en todos nuestros proyectos el desagüe de los vertederos á buena distancia de la presa, para que entre el extremo de la coronación que arraiga en la ladera y el desmonte del vertedero quede un grueso mazizo de roca.

En algunas presas hemos proyectado un cierre móvil destinado á elevar el umbral del vertedero al terminar la crecida, con el objeto de conservar mayor volúmen de agua para los riegos. Dicho cierre se describirá al estudiar las obras complementarias del Pantano de Puentes y es del mismo sistema que el proyectado para el desagüe del canal de derivación del Guadalentín.

Debe observarse que, siendo indispensable para las limpias, que la compuerta del fondo se halle próxima al acometimiento de la galería, y estableciéndose esta en la roca, es necesario en general un desmonte de mucha cota á la entrada de la misma. En algunos casos, su proximidad á la presa podría ser un peligro si el sentido de la extratificación fuera tal que pudiera producirse un despreñamiento que llegara hasta el cimiento del mazizo. Si la observación del terreno hiciera posible este peligro, sería preciso prolongar la galería de limpia hácia aguas arriba hasta una distancia suficiente para evitarlo.

Los productos de estos desmontes y de los aliviaderos, serán en su mayor parte aprovechables toda vez que son siempre en roca dura que pueden emplearse en la fábrica de la presa. Por esta razón se ha tenido en cuenta en los presupuestos la escavación de un 30 por 100 de aquellos desmontes que se supone no aprovechable, y el precio del resto aprovechable va incluido en el de la fábrica.

— Pasemos ahora á estudiar una de las partes mas importantes de estas obras, la galeria de limpia. Bien conocido es el sistema de limpia empleado en los pantanos de España, y tambien se conocen los satisfactorios resultados que se obtienen á pesar de emplearse en ellos mecanismos toscos y groseros. Pero en los casos que estudiamos, no satisfacen aquellos sistemas, pues una vez abierto el orificio es imposible cerrarlo mientras el pantano no quede vacio y es indudable que en las presas destinadas á regularizar las avenidas conviene poder abrir ó cerrar á voluntad la compuerta de fondo, y esto sin peligro para los operarios, cosa difícil de conseguir con aquellos sistemas.

Fácil es comprender las dificultades que se oponen á la realización de una compuerta que cumpla con las condiciones enunciadas, atendiendo á la enorme presión que debe resistir, y aun á la dificultad de su conservación en tales condiciones. Pero la solución de este difícil problema es indispensable, si se ha de utilizar la galeria de limpia como desagüe en las avenidas; y la conveniencia de utilizarla es evidente, toda vez que puede dar un gasto considerable alejando el peligro de que el agua salve la coronación de la obra, y obteniéndose al mismo tiempo la limpia del depósito, la cual sería también fácil de conseguir en todo tiempo, si se realiza la compuerta mencionada.

Se ha dado á la compuerta de limpia una superficie de cuatro metros cuadrados, proximamente igual á la del Pantano de Alicante, que es la que ha dado mejores resultados y cuya superficie de 4,86 se considera suficiente.

Así mismo se ha dado á la galeria una forma abocinada ó divergente en ambos sentidos, partiendo del orificio que cierra la compuerta.

Es indudable que conviene en tales condiciones, una compuerta de una solidez incontrastable, y hemos creído que ningún material puede ser mas adecuado á este objeto que las planchas de blindage que se emplean en la marina de guerra. Su coste no merece tenerse en cuenta en una obra especial, en que entra una pequeña cantidad de este mate-

rial, y su movimiento puede conseguirse por medio de prensas hidráulicas.

La compuerta proyectada tiene 1,65 metros de altura por 2,70 de luz y cierra un orificio de 1,70 por 2,50, cuya área es de cuatro metros cuadrados.

La disposición de la compuerta puede verse en la figura de la lámina 1.<sup>a</sup> que representa la galería y cámara de mecanismos del Pantano de Val-de-Infierno, con un detalle en mayor escala.

A fin de poder manejar y colocar en obra la compuerta, ha sido preciso proyectarla de varias piezas superpuestas, análogamente á las viguetas de madera de los cierres usuales, reunidos entre sí por medio de dos fuertes estribos, á los cuales se ensamblan los vástagos, cuya prolongación penetra en las prensas hidráulicas destinadas á producir el movimiento, y termina en el émbolo de dichas prensas.

El espesor de la compuerta se ha calculado por medio de la fórmula

$$\frac{R l}{v} = \frac{R a b^2}{6} = \frac{1}{8} p l^2$$

haciendo en ellas  $R = 6,000.000$ ,  $l = 2,50$ ;  $a = 160$ ;  $p = 45,000 \times 1,60 = 72,000$ , se obtiene  $b = 0,20$  metros.

Es fácil calcular el esfuerzo necesario para elevarla. Este se compondrá del rozamiento contra las guías y del peso de la compuerta.

El valor del rozamiento tiene por expresion  $P f$ ; siendo en este caso  $P = 200,475$  kilogramos para una carga de 45 metros que es la mayor, y  $f$  el coeficiente de rozamiento del hierro contra el bronce que se ha tomado igual á 0,20 y resulta.  $R f = 40,095$  kilogramos y agregando el peso de la compuerta 6,675 kilogramos resulta un esfuerzo total de 46,770 kilogramos ó sea de 23,385 para cada prensa, para mantener el movimiento uniforme una vez iniciado.

Adoptando prensas de 0,80 de diámetro interior, será  $\frac{\pi d e^2}{4} = 0,50$ ; y llamando  $h$  á la carga necesaria, tendremos  $0,50 \times h = 23,385$  de donde  $h = 46,770$  metros.

Esta carga puede obtenerse per medio de un depósito de agua cuyo nivel esté á 45 metros sobre la presa, que debe aumentarse para tener en cuenta la adherencia y la inercia del sistema al empezar el movimiento. En todos los presupuestos se consignan partidas para la construcción de un pequeño depósito escavado en la roca, para una turbina y una bomba ú otro aparato de elevación de aguas con las tuberías necesarias para la instalación de la turbina y la bomba con el objeto de alimentar dicho depósito. Disponiéndose de todo el tiempo necesario para llenar el depósito, la elevación de agua puede hacerse en pequeñas cantidades, de modo que aquel se mantenga siempre lleno.

Uno de los problemas mas difíciles que se presentan para la realización de esta compuerta, es la disposición de los apoyos toda vez que han de desarrollar una reacción de 100.240.

La compuerta se apoya sobre placas de bronce que sirven de guías en el movimiento, y se proyectan de aquel material para evitar la oxidación. Si la presión se repartiéra uniformemente en la zona de contacto de 0,10 la presión por milímetro cuadrado no excediera de 0,62 kilogramos.

Teóricamente, el apoyo se verificaria por un solo punto, pero en virtud de la tenacidad de ambos materiales se deformarán lo necesario para que se apoyen por una zona de superficie suficiente para que el material no se rompa por aplastamiento.

La dificultad está en repartir la presión en una superficie bastante grande, antes de trasmitirse á la fábrica, para que ésta no sufra una carga excesiva. Con este objeto se ha interpuesto una pieza de madera de 0,40 de escuadria, forrada á la vez de hierro en la forma indicada en planta y en gran escala, en el correspondiente detalle. Este forro metálico se ha proyectado en la forma que se observa para evitar el aplastamiento de la pieza; con este objeto se ha dispuesto el contacto chafanado por un plano á 45.º para favorecer la repartición de las presiones en las dos caras de apoyo con la silleria.

A este chaflán se le ha dado una amplitud tal, que sea capaz de transmitir por sí solo toda la presión a la madera sin que esta sufra aplastamiento, en la hipótesis de repartir uniformemente la presión en toda su superficie.

La superficie necesaria será, admitiendo 0,50 kilogramos por milímetro, cuadrado para carga de aplastamiento,

$$\frac{100,240}{0,50} = 2.004.800 \text{ milímetros cuadrados y el ancho}$$

$\frac{200,480}{160 \times 10} = 0,20 \text{ metros.}$

Tratemos de evaluar la presión sobre la sillera.

Si suponemos que se reparte uniformemente en las dos caras de contacto, será  $\frac{100.240}{0,50 \times 160} = 783$  kilogramos por centímetro cuadrado.

Si se reparte sobre una sola, será 15,66 kilogramos.

Y, si admitimos por analogía con los casos usuales en la práctica, que la presión máxima se verifique cuando la resultante pasa por el extremo del núcleo central, lo que parece verosímil en atención a las disposiciones adoptadas, la presión-máxima no excederá de  $2 \times 15,66 = 31,32$  que es admisible para la buena sillera. En todo caso podrían emplearse en este punto algunos sillares especiales de gran resistencia, como de granito por ejemplo.

Se ha calculado el número de pasadores de 0,04 metros de diámetro, de modo que su carga máxima no exceda de 3 kilogramos por milímetro cuadrado. Han resultado 7 pasadores, número que se ha duplicado para tener en cuenta el caso en que no obren todos por cualquiera circunstancia.

Se ha calculado la flecha máxima de la compuerta, prescindiendo de los apoyos superior é inferior, por lo que puede considerarse como un límite máximo que no alcanzará en la práctica.

El valor de la flecha se expresa por  $f = \frac{pl^3}{EI} \times \frac{5}{384}$  que en el caso actual da  $f = 0,0017$ .

Sucede á veces en los pantanos que un cuerpo extraño,

como una rama de árbol, se interpone entre la compuerta y su apoyo inferior, dificultando la operación de cerrarla é imposibilitando llevarla á cabo en un momento dado, como conviene en las crecidas, y mucho mas en las obras que estudiamos, dado su objeto. Esto ha sucedido recientemente en el Pantano de Puentes. Con la disposición que proponemos se dificulta extraordinariamente que pueda suceder este fenómeno, pues atendida la enorme masa de la compuerta y la velocidad que se le puede comunicar por medio de las prensas, podrá romper cualquier obstáculo que se oponga á su descenso. Para favorecer este efecto, se ha dado á su extremo inferior un ligero chaflán afilado.

Hemos estudiado tambien una compuerta de madera con un apoyo central de hierro; la compuerta se compone de viguetas horizontales unidas entre sí, y los mecanismos para su movimiento pueden ser los mismos que en el caso anterior.

Esta compuerta se vé en planta en la figura lámina primera. Desliza como la anterior sobre dos guias de bronce por intermedio de dos pletinas unidas á la compuerta, y sobre el apoyo central de hierro por una placa de bronce unida á la compuerta.

Expondremos brevemente los cálculos relativos á ella.

El espesor de las viguetas se ha calculado con arreglo á la presión que sufre la mas baja, empleando las fórmulas correspondientes á las vigas de dos tramos y ha resultado un espesor de 0,30 metros. Conocida por el cálculo anterior la reacción del apoyo intermedio se tiene la carga que sufre el apoyo de hierro, cuya luz es también conocida é igual á 1,60 metros. Calculado este apoyo con arreglo á estos datos y suponiendo una forma de T que es conveniente para el objeto, ha resultado, tomando por espesor de las dos ramas 0,08 metros y por ancho de la cabeza 0,12, una longitud de 0,55 para el alma.

La flecha máxima, correspondiente al punto cuya abscisa es 0,578, es de 0,00141.

No nos extenderemos más sobre estos cálculos, pues la

primera compuerta descrita es la que hemos considerado para la formación de los presupuestos, y la creemos preferible a este segundo modelo.

Las compuertas de tomas de aguas se suponen formadas de una placa de fundición ensamblada á la varilla por el intermedio de un estribo y el movimiento se les comunica también por medio de prensas hidráulicas: figuran en los proyectos dos modelos que solo difieren por sus dimensiones.

Uno de ellos solo se emplea en la toma de la margen derecha del Pantano de Val-de-Infierno y tiene 1 metro 25 de ancho por 1,60 de altura.

Su espesor se calcula por la fórmula empleada en la compuerta de limpia, siendo:

$$R = 3,000,000 \quad l = 1,25 \quad a = 1,00 \quad p = 27,00$$

Resulta  $b = 0,10$ .

Suponiendo el depósito á la altura calculada al determinar la carga necesaria al movimiento de la compuerta de limpia, la correspondiente á la prensa hidráulica de esta toma situada á 20 metros sobre el zócalo, será 31 metros. El valor de las resistencias pasivas será pues  $P f + \pi =$  siendo  $\pi$  el peso de la compuerta, resultando en este caso  $P f + \pi = 15066 + 1000 = 16,066$ . Suponiendo una sola prensa, se calculará su diámetro por la ecuación  $\pi(R^2 - r^2) \times 31,000 = 16,066$  siendo  $r = 0,04$  metros = radio de la varilla, se reducirá el valor del radio de la prensa  $R = 0,40$ .

El modelo que empleamos en todos los demás proyectos, tiene 0,70 metros de ancho por uno de altura y se situa á 20 metros sobre el zócalo. Aplicando la misma fórmula, se calculará su espesor que resulta tomando los mismos datos que en el caso anterior excepto  $l = 0,70$  y  $p = 30,000$  para tener en cuenta el caso mas desfavorable que pueda ocurrir,  $b = 0,065$  metros.

El cálculo del radio de la prensa se hace del mismo modo que en el caso anterior, y resulta en el actual, siendo la carga 31 metros,  $R = 0,47$ ,

La disposición de la compuerta de toma puede verse en el detalle correspondiente de la lámina

En los presupuestos se han incluido, en partidas alzadas, todos los medios auxiliares y obras provisionales necesarias durante la construcción de las obras como la presa de derivación, caminos provisionales, etc. Se supone también que todos los pantanos estén enlazados por una red telegráfica, necesaria para su buen funcionamiento.

En cuanto á las máquinas, andamiages, etc., se ha tenido en cuenta que podrán ser trasladados de unas obras á otras, y solo se ha incluido el material necesario para construirlas en el orden que se propone, omitiéndolo en los presupuestos de las obras en que puede utilizarse el ya adquirido para la construcción de las anteriores.

Es indudable, que el cuerpo de estas presas, debe construirse por administración, único medio de obtener con seguridad el esmero indispensable en la ejecución de su fábrica para que esta sea homogénea en todo el mázizo, circunstancia en que conviene fijar la atención, teniendo en cuenta los graves peligros que podría acarrear el descuido ó una economía mal entendida en esta clase de obras.

Por esta razón se presupone la adquisición del material necesario para la construcción de algunas de estas obras, que podrá luego utilizarse en aquellas que no deban llevarse á cabo simultáneamente.

Tales son las bases que han servido para la reducción de los proyectos de pantanos y las observaciones que pueden aplicarse á todos, restándonos ahora describir cada uno, indicando las particularidades dignas de mencionarse que ofrezca.





## CAPÍTULO II

### ARTÍCULO I.º

Terminado el estudio del conjunto de las obras que proponemos, de su influencia en las avenidas y sus efectos, y el de las generalidades acerca de los pantanos, procede ahora estudiar individualmente cada una de las obras de defensa en la forma que se ha indicado en el primer capítulo de esta segunda parte.

II. Aceptando la división de las obras en dos grandes grupos que comprenden respectivamente, las del Guadalentín y todas las demás situadas en el Segura y en el resto de sus afluentes, empezaremos á describirlos por las del Guadalentín, según el orden en que sucesivamente se van encontrando, descendiendo la cuenca desde la divisoria. Procede, pues, empezar por el estudio del Pantano de Val-de-Infierno.

En la primera parte de esta Memoria, hemos indicado el gran partido que puede sacarse de tan notable construcción, y el importante papel que está llamada á desempeñar en el plan de defensa que conocemos en conjunto. También hemos llamado la atención sobre la posibilidad de rehabilitarla y recrecerla, obteniendo así en excelentes condiciones de eco-

nomía, un poderoso moderador de las crecidas del Guadalupe.

Su sólida fundación y arraigo en las laderas, la naturaleza y esmerada ejecución de su fábrica y sus exagerados espesores, explican perfectamente su conservación, no obstante las inmensas y enérgicas acciones á que ha debido resistir, habiendo sido abandonada al poco tiempo de su construcción, llevada á cabo simultáneamente con el antiguo Pantano de Puentes, por los años de 1785 á 1791.

La roca de la base de fundación y de las laderas en que se halla empotrada la obra es una caliza jurásica, compacta, de grano fino y apretado, de cuya resistencia puede formarse idea por el hecho de haber sufrido repetidas veces el choque de una enorme masa de agua cayendo desde la coronación de la presa, sin que en el fondo se advierta ni un principio de socavación, y observando que en el largo período en que la compuerta de fondo permaneció cerrada, debió verter el agua constantemente por la coronación; ni estas enormes acciones repetidas periódicamente en las grandes avenidas, ni la acción mucho menor, pero lenta y continuada de las aguas ordinarias, cayendo de una altura de 5 metros próximamente, han podido desagregar aquella roca en lo mas mínimo.

Esta roca compone el material principal de la fábrica de la presa; la fábrica es de una ejecución esmerada, y en cuanto al mortero, posee en la actualidad una dureza, perfectamente comparable con la de la piedra misma; puede decirse que el mazizo de la presa es un verdadero monolito de la misma roca que forman su cimiento y las laderas en que arraiga; y con lo dicho, y una simple ojeada sobre el perfil de la presa, bastará para comprender que nada deja que desear su estabilidad, en la que puede abrigarse una confianza absoluta, dentro de los límites de la previsión humana.

No se crea por esto, que el abandono completo en que ha permanecido la obra por tan largo tiempo no haya producido sus naturales consecuencias; cierto es cuanto hemos

dicho, respecto á la estabilidad del conjunto, del mazizo, pero en puntos aislados, se observan numerosos desperfectos parciales, que aunque no afectan á la estabilidad del mazizo, no dejan de tener alguna importancia, tratándose de la restauración de la obra.

Pero la existencia misma de estos desperfectos, que data de remota fecha, segun las noticias que en la obra hemos podido adquirir y el hallarse á pesar de esto localizados, no obstante haber sufrido la obra posteriormente, en 1879, las enérgicas acciones á que hemos aludido, constituyen la mejor prueba de la estabilidad del mazizo; por lo demás, es fácil comprender que una parte de aquellos desperfectos, son debidos á la mano del hombre.

Otro de los efectos del abandono en que se ha hallado, es el haberse entarquinado el vaso hasta la coronación de la presa. A esta altura se observa hoy un plano horizontal de fértiles terrenos dedicados al cultivo, que marca el antiguo nivel de las aguas embalsadas y cuya intersección con las laderas dibuja la curva horizontal, limite del embalse. Se comprende que hayan llegado las cosas á este estado, observando que la compuerta del fondo permaneció cerrada por mucho tiempo, por no haberse podido abrir hasta una época reciente en que esta operación costó la vida á tres de los operarios que se arriesgaron á llevarla á cabo. Una vez abierta la compuerta, las aguas se han labrado un profundo cáuce, que serpentea entre los tarquines, variando constantemente de forma por numerosos é importantes desprendimientos que continuamente tienen lugar. Estos efectos, así como el haberse formado el cáuce en un corto período, se explican perfectamente por encontrarse los tarquines sueltos en casi toda su altura, pues todo el embalse se halla ocupado por una série de capas horizontales de légamo; únicamente aparecen en el fondo algunas, algo mas endurecidas.

Estos hechos hacen concebir la posibilidad de la limpieza de este vaso, operación que podria quizas llevarse á cabo, en un plazo más ó menos largo, guiando convenientemente

las aguas y valiéndose para ello de esclusadas, que se podrían producir por medio de presas provisionales. Como este problema ha de ser objeto de un artículo especial, nos limitamos aquí á estas ligeras indicaciones.

Se ha hablado de la tendencia constante que esta clase de obras tienen á cegarse, sobre todo en determinados puntos, y parece á primera vista que esto constituye una grave objeccion al proyecto de rehabilitar y recrecentar la presa.

Sin embargo, esta objeccion carece á nuestro modo de ver, de fundamento, á pesar del hecho que hemos presenciado en la misma, viéndola cegada hasta la coronación.

Esto es debido á no dudarlo, á la falta de desagüe en el fondo durante tan largo plazo que ha permitido la acumulación de los tarquines detrás de la presa, hasta su límite superior, y no cabe duda que este hecho no hubiera podido consumarse, si desde que se construyó la obra se hubiera atendido periódicamente á su limpia por medio de un sistema bien combinado. En efecto, en cuanto la compuerta de fondo desapareció, bastó un breve plazo para que las aguas se abrieran ancho cáuce arrastrando los tarquines en toda su altura.

Las aguas del Luchena, procedentes de Val-de-Infierno, penetran en el Pantano de Puentes, al cual puede decirse que llegan todos los tarquines de los numerosos é importantes desprendimientos que hemos mencionado, y que tienen lugar en el vaso de Val-de-Infierno. En prueba de ello basta observar que, salvo algunos pequeños depósitos que existen aguas-abajo de la presa, en el largo desfiladero que atraviesa el Luchena hasta llegar á la cola del vaso del pantano proyectado en Agua-Amarga, los tarquines no podrían detenerse siendo forzosamente arrastrados en las crecidas.

Los depósitos se observarían, pues, en el cáuce que atraviesa el nuevo vaso, sino llegarán casi en su totalidad al Pantano de Puentes, y lejos de esto se observa en aquella parte nuevos é importantes desprendimientos á lo largo de los escarpes arcillosos que limitan aquel.

Si estas consideraciones no fuesen convenientes, bastaría observar las aguas del Luchena al penetrar en el embalse de Puentes, punto en que, sin exageración, puede compararse con las aguas sucias de las alcantarillas.

Sin embargo, en las limpias llevadas á cabo en el nuevo pantano, se ha conseguido hacer pasar aguas-abajo todas las materias depositadas, quedando el vaso al fin de aquella operación en sus condiciones primitivas. Si esto se ha conseguido en el Pantano de Puentes, apesar de hallarse bajo este punto de vista en tan malas condiciones como se ha indicado; ¿no es una prueba suficiente de que en Val-de-Infierno se podrá conseguir mediante un buen sistema de limpia, no solo el evitar nuevos depósitos, sino aun hacer desaparecer á la larga los que hoy existen?

A la objeción que podría hacerse á esta obra por la existencia de una filtración, que hemos señalado en la primera parte, hemos contestado allí, considerando la obra como destinada exclusivamente á ser un moderador de las avenidas. Aquí solo añadiremos que tampoco sería perdida para conservar agua con destino á los riegos. En primer lugar, podría utilizarse toda la parte del vaso inferior á dicha filtración, cuando se consiga, como es de esperar, limpiar el vaso en todo ó en parte; y en segundo lugar, funcionando durante, mucho tiempo este pantano como regulador de las avenidas, es posible que llegue naturalmente á restañarse la mencionada filtración; basta para convencerse de ello recordar el fenómeno conocido de la obstrucción de los filtros, cuando han funcionado por algun tiempo.

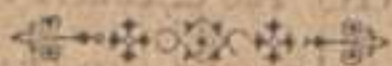
Hechas estas indicaciones generales acerca de la conveniencia y utilidad de esta obra, examinaremos las condiciones de su emplazamiento y de su vaso.

La presa de Val-de-Infierno, está situada en la entrada de un desfiladero estrecho por donde el rio Luchena atraviesa la sierra de la Culebrina, en una extensión de 5 á 6 kilómetros; se aprovecha así para el embalse un brusco ensanchamiento que presenta el valle inmediatamente aguas-

arriba de la presa, contribuyendo a aumentar su capacidad el arroyo Carambel que se reúne normalmente al valle del Luchena, muy cerca de la obra por la margen derecha y otro barranco de menor importancia y algo mas separado, afluente de la margen izquierda. El embalse se extiende aguas-arriba hasta 2,5 kilómetros y 1,5 por el arroyo Carambel; pero a unos 2 kilómetros existe un estrechamiento de unos 250 metros de longitud y en este punto la profundidad es ya pequeña; el mayor volumen del embalse está acumulado entre la presa y el mencionado estrechamiento.

La capacidad del antiguo pantano, ó sea de la parte entarquinada, se fija en 15 ó 20 millones de metros cúbicos; se ha deducido este dato del volumen conocido por la Memoria del Sr. Musso y Fontes de los dos pantanos de Valde-Infierno y Puentes reunidos y de la actual capacidad que tiene el recientemente reconstruido en aquel último punto.

#### Descripción de la obra existente.



Los datos que expresamos á continuación han sido tomados directamente de la obra; así, no deben extrañarse algunas ligeras variaciones que se observarán, si se comparan con las que se consignan en la obra de Mr. Aymard, *Les irrigations du midi de l'Espagne*, los cuales fueron tomados, según declara su autor, de los planos existentes en el Sindicato de riegos de Lorca.

La altura de la presa es de 31 metros, contada desde la arista de la coronación del pantano de aguas-arriba, hasta el umbral de la galería de limpia en el mismo paramento, que es vertical.

Considerando el perfil de la obra, puede dividirse en dos cuerpos ó mazizos; el inferior tiene una altura de 25,65 metros, un espesor de 39,0 en la base y de 30,70 en la coronación, diferencia que se gana en el paramento aguas-

abajo por tres taludes distintos, como se vé en el perfil; el cuerpo superior es de perfil trapecial, con los dos lados paralelos horizontales, y una vertical, formando el paramento de aguas-arriba la prolongación del correspondiente de cuerpo inferior; el lado horizontal superior tiene 12,55 metros y el inferior 15,70 quedando por lo tanto, entre el pie del cuerpo superior y la arista de aguas-abajo de coronación del inferior, un escalón ó plazoleta horizontal de 15 metros.

La planta es poligonal de siete lados, acercándose mucho en su forma general á un arco de círculo convexo hácia aguas-arriba, constituyendo la obra una bóveda cuyos estribos son las laderas.

La galería de limpia está situada en el Thalweg del valle, atravesando todo el mazizo de la presa; y su forma, en sección trasversal, es la de un rectángulo coronado por un semicírculo.

Su ancho es de 3,40 metros en toda su extensión y la altura en el eje 4,40. El fondo era horizontal, de modo que en la desembocadura aguas-abajo presentaba un salto de 5 metros; en la entrada de la galería por la parte de aguas-arriba se observan en toda la altura de los estribos unos rebajos destinados á recibir viguetas horizontales, pero no existe el estrechamiento de la galería que menciona Mr. Aymard en su citada obra. Existen además dos pozos verticales en comunicación con el embalse por medio de mechinales que se cerraban por medio de compuertas de piedra, las cuales se maniobraban con yástagos de hierro que llegaban hasta la coronación.

El pozo situado al lado derecho tiene 11,65 metros de profundidad; y desde el fondo arranca una galería horizontal que atraviesa toda la presa.

Su forma es también rectangular coronada por una bóveda de medio punto, cuya luz es de 1, metro 25; y la altura desde la clave al fondo 1,80. En planta tiene el pozo una forma rectangular coronada por un arco escarzano por el lado de aguas-abajo. Existía una escalera de piedra para poder descender hasta el fondo, pero actualmente se halla destruida.

El pozo de la margen izquierda, de sección rectangular, tiene 29,50 de profundidad, y está también prolongado desde su fondo por una galería horizontal de 0,ms65 de ancho y 1,50 de alto. En la desembocadura de esta, se halla la cámara de mecanismos encima de la galería. Esta, como la galería de fondo, desemboca en una pequeña plataforma horizontal que resalta sobre la presa, y está limitada aguas-abajo por un paramento cilíndrico con la convexidad hacia aguas-arriba.

Lo mas notable de la obra, son los detalles de ejecución, de los cuales mencionaremos la forma de los sillares del revestimiento del paramento de aguas-abajo, formados por un talud mas tendido que el general, y con un chaflán hacia dentro en la parte inferior; de modo que las hiladas se recubren unas á otras, protegiendo á las juntas contra las aguas que deslicen por el paramento escalonado, presentando cada hilada su correspondiente retallo de unos 0, m 20.

Descrita la obra, vamos á indicar sus principales desperfectos.

Casi todo el paramento de aguas-arriba se encuentra en buen estado, y no faltan mas que sillares sueltos aunque bastante numerosos, si se exceptúan los pozos, en donde existen desperfectos algo mayores, pero fáciles de reparar.

Falta un volúmen considerable de fábrica en las dos plataformas horizontales, y se halla completamente destruida la galería del pozo de la margen derecha, en una profundidad de 5 metros á contar desde su desembocadura, en la cual ha desaparecido la bóveda y la parte de fábrica que la coronaba hasta la plata-forma mas baja.

Los paramentos de aguas-abajo se hallan en buen estado siendo solamente necesaria la reparación de algunos sillares, exceptuando dos superficies bastante extensas situadas, una en el segundo cuerpo, y otra en el primero, que carecen de revestimiento.

En la galería de fondo ha desaparecido casi todo el revestimiento de sillería y el zampeado; pero, á pesar de esto y de correr las aguas sobre la mampostería, no existe en



el salto de aguas-abajo mas que una socavación de un metro que es menor en el resto del trayecto; la cámara de mecanismos falta por completo, y el estado del pozo vertical de la margen izquierda es aceptable, y no exige sino una reparación análoga á la general de los paramentos.

## ARTÍCULO 2.º

### Proyecto de recrecimiento.



Presentado el problema de restaurar y recrecer la presa de Val-de-Infierno, y demostrada la conveniencia y utilidad de esta obra para el objeto que nos proponemos, ofrécese como necesario para su resolución, el exámen previo de la cuestión siguiente:

¿Hasta qué límite conviene recrecer dicha obra? Dos condiciones de distintos órdenes dan la resolución de este nuevo problema. En primer lugar, es preciso, que el peso del mazizo necesario para el recrecimiento, no aumente la presión máxima que sufre el material por unidad de superficie, hasta un límite desusado que pueda hacer temer respecto á la estabilidad de la obra. En segundo lugar, lo limitado de la importancia de las avenidas del Luchena en el punto de emplazamiento de aquella, limita también el poder regulador necesario para dominar dichas avenidas, y por lo tanto la altura de la obra.

Para formarnos idea de la primera condición, y de la limitación que impone respecto á la altura de la presa, se ha llevado á cabo el estudio gráfico de las condiciones de estabilidad del mazizo actual, estudio que puede verse en la hoja núm. . . . de los planos, figura . . . . y del cual ha resultado una carga permanente máxima de 10,06 kilogramos,

La segunda condición está ligada con el grado de regularización que se desee obtener, y con la importancia de la avenida tipo del Luchena. La magnitud de esta avenida tipo disminuye el valor de esta segunda condición, pues el límite impuesto por la primera es menor que el impuesto por la segunda, si la extremáramos hasta el punto de anular la crecida de este afluente. Existiendo, por otra parte en el mismo, un emplazamiento de condiciones aceptables en un punto inferior de la cuenca para el establecimiento de un nuevo regulador capaz de influir además sobre las crecidas del río Turrilla, se comprende que sería inmotivado exagerar la altura del recrecimiento, por el deseo de aumentar fuera de límites racionales el poder regulador de la obra, aumentando al mismo tiempo la carga permanente máxima.

Estas consideraciones y algunos tanteos gráficos, nos han aconsejado fijar el recrecimiento en 15 metros.

Es fácil ver que esta altura, adoptada para la presa, es aceptable y conveniente; por una parte, no podría aumentarse sensiblemente, puesto que con esta altura esa carga permanente llega á 11,28 por centímetro cuadrado; carga admisible, dadas las excelentes condiciones de la fábrica y de las adoptadas en otras obras de esta clase, cuya estabilidad nada deja que desear, como la de Elche en que alcanza 12,7 kilogramos por centímetro cuadrado, Gros Booi, 10,40, Alicante 11,28; pero que no puede ya aumentarse sin traspasar los límites de la prudencia. Por otra parte, se ha visto que, en unión del Pantano de Agua Amarga, reduce las avenidas del Luchena en la medida necesaria para el objeto que nos proponemos, y que los aumentos de regularización que podrían obtenerse con mayores alturas no compensarían el peligro que en tal caso ofrecería la presa.

El paramento del mazizo proyectado para el recrecimiento de esta obra debe ser escalonado. Aquí nos encontramos en un caso particular, en que el nuevo mazizo ha de superponerse en otro ya construido, y del que ya conocemos las formas y condiciones. Demostraremos, pues, la conveniencia

del paramento escalonado que hemos adoptado, suponiendo que llegue el caso, que siempre debe prevenirse, de que una crecida salve la coronación de la obra, y examinando sus efectos en ambos casos.

10 El paramento continuo se compondría en el recrecimiento, de una parte vertical de 8,32 metros de altura, y otra próximamente rectilínea, inclinada respecto al horizonte de un ángulo de unos 60 grados. Si imaginamos una delgada lámina de agua vertiendo desde la coronación, se desprendería del paramento vertical, y llegaría á chocar con el inclinado, perdiendo en el choque una fuerza viva correspondiente á la componente de la velocidad normal al paramento, según el teorema de Carnot. Esta fuerza viva perdida, sería pequeña respecto á la total, puesto que el ángulo de la velocidad con el paramento, es pequeño en el caso que examinamos.

A demás, el choque desviaría de su dirección á las moléculas comunicándoles una nueva velocidad, cuyo ángulo con la horizontal sería mas pequeño que antes del choque. La masa de agua llegaría, pues, á la plazoleta situada á 5 metros por bajo de la coronación actual, cayendo de una altura de 20 metros, habiendo sufrido una pérdida de fuerza viva pequeña en el trayecto, é hiriéndola con cierta oblicuidad.

11 Veamos lo que pasa en un paramento con dos retallos, como el proyectado, en las mismas circunstancias. El choque con el primero, es sensiblemente normal y por lo tanto la fuerza viva se anula en virtud del teorema citado; al llegar al segundo retallo vuelve á anularse y la masa de agua sale de él con una velocidad próximamente horizontal y debida á la altura de agua aumentada en el retallo, pero no conservando, como en el caso anterior, una buena parte de la fuerza viva adquirida. El choque sobre la plazoleta, será, pues debido á una altura de caída de 10 metros solamente, y además no herirá á la superficie con tanta oblicuidad, y por lo tanto será menos perjudicial á su fábrica, pues es claro que el choque oblicuo tiene mas tendencia á arrancar

los materiales; y si bien su acción es menor, en virtud de lo dicho, es menos temible, mientras no pueda llegar á aplastar los materiales. Ciertamente es, que en el caso del paramento escalonado, los dos retallos del recrecimiento habrían sufrido la parte del choque que han evitado á la plazoleta; pero la caída de una lámina de agua desde 5 metros de altura sobre un zampeado de fábrica, es un hecho demasiado usual en las presas de los vertederos, para que pueda alarmar á ningún ingeniero, mientras que podría ser alarmante el choque con la plazoleta, con 20 metros de altura de caída. Además, si la masa aumenta mucho, tiene que aumentar el espesor de la lámina y la velocidad, y esto daría lugar á que la vena se destacase del paramento, quedando ambos, el escalonado y el continuo, en idénticas condiciones.

Preferimos, pues, en este caso, el escalonado, atendiendo á que la economía que produciría el paramento continuo, no merece tenerse en cuenta, desde el momento que hace mas peligrosa la obra.

A pesar de que contamos con un huelgo de 1,96 entre la altura máxima del nivel en la avenida supuesta y la coronación proyectada y con la altura del perfil; y á pesar de ser exagerada respecto al Luchena, dicha avenida, conviene darnos cuenta del gasto que debería alcanzar el máximo de la trasformada para que se verifique la caída de agua en las condiciones indicadas.

Para esto consideramos la ecuación de la parábola de la trayectoria, del centro de gravedad de la vena que en el caso de ser horizontal la velocidad  $\omega$  tiene por ecuación:

$$y = \frac{g x^2}{2 \omega^2} \text{ de donde } \omega = \sqrt{\frac{g x^2}{2 y}}$$

sustituyendo en la última  $x = 7$ ,  $y = 20$  se obtiene  $\omega = 3,46$ ; la altura de caída correspondiente á esta velocidad, ó sea la altura del centro de gravedad sobre el umbral, se obtiene por la fórmula  $4 h y = x^2$ , resultando  $h = 0,61$ ; y el espesor de la lámina que vertiera por la coronación, sería 1,22. En tales condiciones, el gasto total de evacuación sería 1072 metros 40 centímetros. Puede juzgarse cual debería ser el

máximo de la natural, y lo remoto del peligro de que tal avenida se presente en el Luchena.

Una vez admitido el paramento escalonado, se ha determinado el perfil calculando el espesor teórico en la base por la fórmula conocida de Pelletrean, y trazando en su vista el perfil con dos escalones que se ven en la figura..... de la mencionada lámina. Se ha trazado la curva de presiones, determinando las presiones máximas en los casos extremos de sufrir los máximos empujes del agua ó de no sufrir ninguno, y por medio de una curva de error se ha modificado el espesor en la base, á fin de que la presión máxima del nuevo mazizo se aproxime á 8 kilogramos por centímetro cuadrado.

Por tanteo se ha determinado la posición mas conveniente del nuevo mazizo sobre la actual coronación, y prolongada la curva de presiones hasta la base de la presa, ha dado por presión máxima 11,28, tanto en el caso de estar lleno el depósito, como en el de estar vacío; esto prueba la conveniencia de la posición adoptada para el mazizo proyectado; pues si se retrasara aumentaria evidentemente la carga permanente cuando el depósito estuviera vacío, disminuyendo cuando está lleno; y en todo caso alcanzaría un máximo superior al que experimenta con la disposición adoptada.

Nada debemos añadir á lo dicho, respecto á la solidez de la fundación de la obra; basta para cerciorarse de ella recordar que está cimentada directamente sobre una roca, de cuyas condiciones de resistencia, hemos dado idea describiendo las acciones á que ha resistido sin dar muestras de desagregación.

Terminaremos lo relativo al mazizo de la obra, indicando las clases de fábrica que convienen en sus diversas partes. En el cuerpo de la obra no puede emplearse otra fábrica que la mampostería hidráulica, pero respecto á los paramentos conviene distinguir entre los antiguos y los nuevos. Hemos indicado que la presa construida está revestida completamente de sillería, y es evidente la necesidad de llevar á cabo

sus reparaciones, empleando el mismo material y aparejado en la misma forma; pero en los paramentos del nuevo mazizo se adopta la mampostería de elección, como en los demás pantanos.

La misma fábrica que para los paramentos del nuevo mazizo, se proyecta para los retallos horizontales, y para la coronación y el cuerpo del pretil. Únicamente en la albardilla de este, en la impostilla de coronación del paramento de aguas-arriba y en la cornisa, empleamos la sillería, en el cuerpo de la obra; pero es claro que este material es indispensable en el revestimiento de las galerías.

Hemos dicho que en el pliego de condiciones, daremos algunos pormenores acerca de la ejecución de las fábricas, y lo relativo á las disposiciones de las compuertas de limpia y de toma se ha tratado ya, en general, para todos los pantanos, restándonos únicamente estudiar respecto al de Val-de-Infierno el problema de la limpia de su vaso.

ARTÍCULO 3.º

### Posibilidad de la limpia del vaso.

No vamos á describir detalladamente en este artículo las operaciones necesarias para llevar á cabo la limpia del vaso del Val-de-Infierno, pues es evidente que ha de comprender multitud de pormenores que no se pueden preveer en un proyecto, y en que solo la experiencia que se vaya adquiriendo durante este trabajo, que por su naturaleza exigirá un plazo bastante largo, podrá guiar con probabilidad de acierto; pero si exponremos las razones en que se funda nuestra opinión de que es posible llevarla á cabo, total ó parcialmente cuando menos en un plazo racionalmente ad-

misible y de una manera general indicaremos los medios que á nuestro juicio, pueden intentarse.

El problema que se trata de resolver consiste en aumentar considerablemente la potencia de transporte de las aguas, valiéndonos para ello de medios artificiales sencillos y económicos; y es indudable que ninguno podrá hallarse que cumpla estas condiciones de una manera mas satisfactoria que el empleo de esclusadas producidas por medio de la compuerta de limpia, cuya disposición se presta á verificar esta operación con facilidad. Basta recordar en prueba de ello el efecto que se obtiene en los pantanos de Elche, Almansa y Alicante, etc. En el último se consigue limpiar el vaso de una capa de tarquines hasta de 20 metros de altura, con una altura de agua de solo 304 metros. Pero sin embargo, creemos que para conseguir un buen resultado en el pantano de Val-de-Infierno, será conveniente y quizás necesario antes de verificar esta operación, preparar convenientemente el vaso para que aquella resulte mas eficaz.

Mr. Vanthier ha llevado á cabo recientemente estudios teóricos y experimentales importantísimos acerca de la cuestión de que aquí se trata. Aplicando las fórmulas de Dubuat á los casos mas frecuentes en la práctica, y asimilando los materiales trasportados á esferas de densidad 2, deduce que un grano de un material pétreo abandonado á su propio peso en agua estancada, adquiere en pocos instantes un movimiento uniforme de descenso con una velocidad  $v = 5,1639 \sqrt{d}$ , siendo  $d$  el diámetro del cuerpo. Considerando luego el agua en movimiento, y llamando  $u$ , á su velocidad media horizontal, deduce que en el caso que  $u$ , sea muy grande con relación á  $v$ , como en el que nos ocupa, la trayectoria de la molécula se aproxima mucho á una recta cuyo coeficiente angular sea  $\frac{v}{u}$ . Calculando por sus fór-

mulas las velocidades necesarias para el arrastre de diversas clases de rocas, con los diámetros que alcanzan mas usualmente segun su naturaleza, resultan valores muy próximos á los que dan las tablas que figuran en todos los tratados de

hidráulica. Nada más sencillo, con las teorías de este autor, que la explicación de la suspensión y arrastre de los tartarinos. Cualquier obstáculo en el fondo da lugar á componentes verticales de la velocidad, y en adquiriendo estas un valor superior á la  $v$ , la cual equilibra la acción de la gravedad, la molécula es levantada hasta que anulada su velocidad queda abandonada á su propio peso, describiendo la mencionada trayectoria.

Fundándose en el enorme volúmen de agua necesario para arrastrar un metro cúbico de materiales sólidos observado en varios rios de Francia, expresa su duda acerca de la exclusadas para las limpias de las alcantarillas, observando que si la proporción fuera la misma que en el Loira la cantidad de sólidos arrastrados solo seria de 2,000 metros cúbicos en las alcantarillas de París, siendo 120.000.000 de metros cúbicos el volúmen de agua que las recorren anualmente. Sin embargo, los materiales arrastrados llegan á 40,000 metros cúbicos, aun sin emplear el sistema de compuertas-vagones de Belgrand, recientemente experimentados con muy buen éxito; y segun Durand-Ciaye las mismas fórmulas de Vanthier prueban la eficacia del sistema.

A pesar de esto, sino fuera realizable una potencia de transporte incomparablemente mayor que la citada para las alcantarillas de París, no seria racional pretender la limpia del pantano del Val-de-Infierno por el enorme plazo que exigiria, dada la pequeña cantidad anual de agua de que se dispone; pero el solo hecho de las limpias del pantano de Alicante, prueba la posibilidad de aumentarla enormemente. Otro hecho concluyente respecto al pantano de Val-de-Infierno, por haberse observado en el mismo vaso, es la apertura del cáuce actual que debió formarse en un plazo muy breve; hace unos 12 años que se abrió la compuerta de fondo y aunque no conocemos la época en que quedó en la forma que lo observamos, es decir, apoyándose en el terreno natural, no es dudoso que debió tardar muy poco tiempo, y esto lo prueba la variabilidad del cáuce actual,



que continuamente se modifica por enormes desprendimientos que son inmediatamente arrastrados. El volumen que ha sido arrastrado para la formación del cáuce es de 13.436 metros cúbicos según nuestras cubicaciones.

No conocemos dato alguno que pueda permitirnos fijar aproximadamente el mínimo volumen de agua necesario para arrastrar un volumen dado de aquel tarquín, en las condiciones más favorables que sea posible realizar.

Si conociéramos los volúmenes del embalse de Alicante, podríamos deducirlo con suficiente aproximación para nuestro objeto, tratándose de un caso muy análogo; pero no es fácil adquirir el estado de cubicaciones de aquel vaso, si es que existe.

Sea de esto lo que quiera, creemos que los dos hechos mencionados prueban suficientemente la posibilidad y la conveniencia de intentar la limpia utilizando las enérgicas esclusadas que se pueden producir por medio de la compuerta de fondo. Ciertamente luchamos con la escasa cantidad de agua de que se dispone en aquel río en circunstancias ordinarias, pero no es dudoso que antes de utilizar la obra para almacenar agua, es menester sacrificar la que sea necesaria, que en todo caso será recogida por los pantanos inferiores.

Hemos indicado la conveniencia de preparar el vaso previamente antes de operar las limpias por medio de fuertes esclusadas producidas con la compuerta de fondo; en efecto, parece fácilmente realizable en condiciones de aumentar poderosamente el efecto de aquella operación.

Imaginemos que, por medio de una presa construida con los mismos tarquines, se cierra el cáuce actual á su entrada en el embalse, y se abre una zanja ó azequia por el contorno del vaso, aunque á alguna distancia del borde; las aguas se encargarán de profundizar este cáuce hasta el terreno natural, como lo han hecho en el que hoy existe; y esto puede conseguirse en muy poco tiempo, toda vez que el volumen de tarquines que deberían arrastrar sería mucho menor que el centro del vaso y por otra parte su efecto puede

aumentarse en grandes proporciones, empleando esclusadas fáciles de producir. Verificando esta operación por la margen izquierda, podría hacerse lo propio en la derecha, utilizando las aguas de la rambla Carambel, que si bien son escasas, podrían causar suficiente efecto por medio de esclusadas repetidas frecuentemente.

Hecho esto, podrían trazarse otros cáuces paralelos á la presa y á corta distancia de los anteriores, uniendo la zanja del contrario con el cáuce actual y valiéndose para ello de los mismos medios. En tales condiciones quedarían cerca de la presa mazizos aislados, sujetos á frecuentes desprendimientos y con poca estabilidad, y puede juzgarse el efecto que en estas circunstancias produciría la operación de la limpia llevada á cabo con una gran carga de agua, después del hecho que hemos mencionado, respecto al pantano de Alicante,

No es dudoso que repetida esta operación un cierto número de veces, se conseguiría desembarazar de los tarquines, cuando menos la parte del vaso más próxima á la presa, que es la que mas importa para aumentar su capacidad.

Podría objetarse que esta operación ofrecería peligro para los dos pantanos inferiores de Puentes y Agua-Amarga, dado el supuesto de que él último se hallara construido; pero á poco que se medite, se observa que tal objeción no es fundada, toda vez que aquellos disponen de los mismos medios para conseguir que pasen aguas-abajo los tarquines, y que lo podrían llevar á cabo con mucha mayor facilidad y menores pérdidas de agua no dando lugar á que tomen cuerpo como sucede en Val-de-Infierno.

Finalmente observaremos que aquel enorme volumen de tarquines, representa un crecidísimo valor en un país agrícola de las condiciones de Murcia, y esto puede facilitar á no dudarlo, la solución del problema económico, para llevar á cabo la operación de que hemos tratado.



---

---

## CAPÍTULO III.

### ARTÍCULO 1.º

#### Pantano de Agua-Amarga.

---

El emplazamiento de esta obra se halla situado inmediatamente aguas-arriba del embalse de Puentes. Las laderas que forman el estrecho, son de roca caliza compacta correspondientes al terreno terciario; el lecho del río de 50 metros de ancho, se halla recubierto con una capa de acarreo, cuyo espesor no se ha podido apreciar; pero, por la conformación de las laderas y el ancho del cáuce, es de presumir que alcance una profundidad bastante considerable, razón por la cual se ha adoptado una profundidad de cimiento de 8,50 metros.

Aunque en diversos puntos del proyecto figuran las dimensiones de la obra, la capacidad de su vaso y demás datos variables de un pantano á otro, creemos oportuno reunir aquí los principales, para que con mayor facilidad puedan examinarse las condiciones de la obra, aun cuando no repitamos las razones de haberse adoptado, pues dependen del estudio de las curvas de avenida que ya conocemos. Ya hemos indicado que en todas las presas se ha adoptado la planta curvilínea, cuyo radio es en la mayor parte de 300 metros, como sucede en esta.

La altura de la presa es de 41,50 metros, y el desarrollo en la coronación de 155,50. A la altura del umbral del vertedero tiene la curva horizontal un área de 916,240 metros cuadrados y la capacidad del vaso para esta misma altura (38,6) es de 17,575,000 metros cúbicos.

En atención al carácter torrencial tan extremado de las avenidas de aquel río, hemos juzgado prudente disponer la obra en condiciones de que no sufra graves perjuicios en el caso de que sea rebasada su coronación, y por lo tanto hemos dado la preferencia al paramento escalonado, en vista de lo dicho al tratar en general esta cuestión.

Se han proyectado dos tomas, una situada á 10 metros, y la otra á 20 sobre el fondo. Ambas parten de un pozo de 35,50 metros de profundidad escavado en la ladera derecha; tiene 61 y 75,50 metros respectivamente de longitud, y en las desembocaduras de estas galerías se han proyectado las casillas correspondientes destinadas á contener los mecanismos para el manejo de las compuertas. El pozo se halla en comunicación con el embalse por medio de cuatro galerías situadas á diversas alturas. Las galerías de toma se han proyectado con revestimiento de sillería en una corta longitud próxima á la compuerta, por ser la parte mas expuesta á socavaciones á causa de la mayor velocidad que tomará el agua en dicho punto.

El vertedero y la galería de fondo se han colocado en la margen izquierda, por prestarse mejor á ello la forma de la ladera y ser fácil el desagüe de ambas obras en el barranco que se presenta á corta distancia aguas-abajo de la presa. De este modo, la galería de limpia solo tiene una longitud de 77 metros. Aunque el aliviadero hubiera tenido una sola cota máxima algo menor si se hubiese establecido en la ladera derecha, es preferible la situación proyectada para su mejor desagüe, y por que no conviene colocarlo en la misma ladera que la toma de aguas, á fin de no debilitar aquella; y por otra parte, la forma de ambas laderas hace ver que no conviene situar la galería de fondo en la margen derecha y las tomas de aguas superiores en la izquierda.

Imposible sería afirmar concretamente nada respecto á las condiciones de permeabilidad del vaso. Es sabido que las filtraciones se presentan en puntos aislados en muchas de estas obras, sin que hayan podido preverse en general al hacer los estudios, pues es por demás incierto el juicio que puede formarse acerca de la permeabilidad de un vaso por su simple inspección. Solamente indicaremos, que el que nos ocupa está formado en su mayor parte de tierras arcillosas y margosas que parece han de satisfacer cumplidamente á la condición de la impermeabilidad, aflorando únicamente en algunos puntos de las laderas próximo al emplazamiento de la presa, la roca caliza que forma la base de aquella. Sin embargo, es imposible afirmar que el embalse no cubra en algún punto bancos permeables que dieran lugar á filtraciones mas ó menos importantes, pero respecto á estas filtraciones locales, aun cuando sean de alguna entidad, ya hemos indicado al tratar de la obra de Val-de-Infierno el alcance que puede tener si se consideran las obras simplemente como reguladoras de las avenidas, aunque pueda ser su situación tal, que constituyan un grave inconveniente bajo el punto de vista del almacenamiento de agua para riegos.

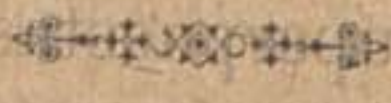
Al formar el presupuesto se ha tenido en cuenta, en el artículo cuarto, relativo á las obras provisionales, la adquisición de todo el material necesario para su construcción atendiendo á la situación de esta obra y á la época en que debe construirse. También se ha incluido en su presupuesto la instalación de la red telegráfica necesaria para la explotación de las obras de la cuenca del Guadalentín que comprende tres estaciones, en Velez-Rubio, Val-de-Infierno y Agua-amarga, con las líneas de Velez-Rubio á Agua-amarga, de Val-de-Infierno á Agua-amarga y desde este punto al Pantano de Puentes, que ya se haya enlazado con Lorca y por lo tanto con todo el resto de la cuenca.

En cuanto á la expropiación resulta poco costosa, pues los terrenos ocupados son de secano y de escaso valor, no existiendo otro edificio que un molino con su huerto, que es la partida mas importante.

Creemos inútil entrar en mas pormenores acerca de esta obra, pues con lo dicho completado con los planos y el presupuesto aproximado de ellas, puede formarse una idea bastante completa de sus condiciones generales; unico objeto que debemos proponernos.

ARTÍCULO 2.º

Aliviadero de superficie del Pantano de Puentes.



Hemos indicado la necesidad de proyectar un aliviadero de superficie para el Pantano de Puentes, á fin de que pueda funcionar en buenas condiciones, como moderador de las avenidas del Guadalentín.

Poco tenemos que agregar á lo dicho acerca de esta obra, pues hemos indicado ya que consiste en un canal de 28 metros de ancho en el fondo, con 0,003 de pendiente, y que los gastos se han calculado por las fórmulas del movimiento uniforme en los canales, de Ganguillet y Qutter, suponiendo en el canal una altura de agua correspondiente al nivel medio durante un período.

El desmante tiene una longitud de 266,60 metros con una cota máxima de 5,50; la rasante parte de la cota 43,10. Se ha adoptado esta altura por no haberse fijado definitivamente por la empresa, la altura á que debe elevarse la presa. Con el cierre proyectado de 4 metros de altura, podría alcanzar 47 metros, pero si la altura de lá obra fuera mayor, resultaría evidentemente una economía en el desmante del vertedero y un aumento en el poder regulador de la obra, conservando el mismo valor á la altura de la lámina de agua sobre el umbral.

A fin de no inutilizar el volúmen comprendido entre el umbral del vertedero proyectado y la coronación de la presa para el almacenamiento del agua, ha sido preciso proyectar el mencionado cierre móvil que permita situar el vertedero á distintos niveles y pueda suprimirse en las crecidas. De los diversos sistemas de presas móviles que se conocen, el único que satisface á estas condiciones, es el de compuertas superpuestas de Mr. Boulé, que es el que proyectamos con un aumento, necesario en este caso, en la luz de las compuertas y la sustitución de los cuchillos de hierro por pilas de fábrica que á la gran economía con que pueden obtenerse dada la proximidad de las canteras, reúnen mayor solidez y duración.

El cierre consta de 9 claros de 3 metros cada uno, cerrados por 4 compuertas superpuestas de un metro de altura con dos ganchos situados en su parte superior y destinados á su manejo per medio de una guia.

Las pilas tienen 0,80 metros de coronación y 1,00 en la base y una altura de 4 metros.

El puente de servicio se ha proyectado por economía con 4 carriles de desecho que hacen el oficio, sobre los cuales se apoyan viguetas distintas entre sí 0,90 metros y estas á su vez reciben un entablonado. Además sostienen dos largueros con sus carriles, formando la via que ha de recorrer la grua destinada á llevar á cabo la operación de abrir y cerrar las compuertas. No se han proyectado los detalles de este aparato que se ha incluido alzadamente en el presupuesto, el cual importa (incluyendo además en él, un muro que ha de completar la defensa de Lorca) 83,149 pesetas 42 céntimos.

Todas las disposiciones descritas pueden verse en la correspondiente hoja de planos número 4.





# CAPÍTULO IV

## ARTÍCULO ÚNICO

### Canal de derivación

Al aumentar el efecto que las obras proyectadas en la cuenca del Guadalequiván, encima de Larca, han de producir en la reducción del máximo de sus avenidas, se ha visto que con ser de tal magnitud que la mayor conocida, no puede allí desbordar en canal graves perjuicios; puede ser sin embargo peligrosa al llegar al Paso de los Carros y huerta de Murcia y más aun el por efecto de las afluencias inferiores conservase en magnitud.

De aquí la necesidad de otras obras que antes de llegar a Murcia, puedan de nuevo rebajar el máximo de las avenidas y á ser posible hasta el punto de que las aguas restantes puedan tener fácil salida por los canales existentes en la huerta, siempre sea modificado sus disposiciones y aumentado su capacidad.

Desde que hicimos la primera excursión á Murcia y también por algunos documentos que habíamos leído, supimos que en varias épocas y como consecuencia de grandes inundaciones allí acaecidas en los siglos XVII y XVIII se había proyectado por varios constructores la apertura de un gran canal que tomando del Guadalequiván y frente á Totana las

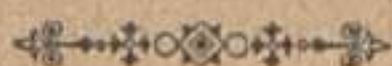




## CAPÍTULO IV.

### ARTÍCULO ÚNICO

#### Canal de derivación.



Al analizar el efecto que las obras proyectadas en la cuenca del Guadalentín, encima de Lorca, han de producir en la reducción del máximo de sus avenidas, se ha visto que con ser de tal magnitud que la mayor conocida, no puede allí desbordar ni causar graves perjuicios; puede ser sin embargo peligrosa al llegar al Paso de los Carros y huerta de Murcia y más aun si por efecto de las afluencias inferiores conservase ó acreciese en magnitud.

De aquí la necesidad de otras obras que antes de llegar á Murcia, puedan de nuevo rebajar el máximo de las avenidas y á ser posible hasta el punto de que las aguas restantes puedan tener fácil salida por los cáuces existentes en la huerta, siquiera sea modificando sus disposiciones y aumentando su capacidad.

Desde que hicimos la primera escursión á Murcia y también por algunos documentos que habíamos leído, supimos que en varias épocas y como consecuencia de grandes inundaciones allí acaecidas en los siglos xvii y xviii se habia proyectado por varios constructores la apertura de un gran canal que tomando del Guadalentín y frente á Totana las

aguas de sus avenidas, las llevase directamente al mar, desaguando junto á Mazarrón sin pasar por la población.

Esta natural solución, tratándose de semejantes volúmenes de agua y en vista de la magnitud de las sierras que forman la divisoria, nos pareció á primera vista de realización imposible; mas supimos que la Comisión de Ingenieros que recorrió el país á propósito de la inundación de 1879, la habia juzgado digna de estudio después de algunos reconocimientos y aun tanteos mandados hacer por el Inspector general D. José Barco y ya entonces decidimos comprender entre nuestro reconocimiento el de la divisoria, del Guadalentín y el Mediterráneo y estudiar la magnitud y condiciones de una obra que promete mejorar en cierta proporción el estado actual de las cosas.

Desde los primeros trabajos y mediante algunas nivelaciones barométricas, comprendimos que el problema de atravesar la divisoria era posible y aun relativamente sencillo, por cuanto debia hacerse casi sin desmante y con un canal de corta longitud; y además porque ni la distancia al mar es grande, ni eran graves los perjuicios que las aguas podrían ocasionar en esta zona, puesto que á corta distancia de la divisoria hay una rambla de gran cáuce por donde deberían ir al mar las aguas derivadas. Decidimos en consecuencia practicar todos los estudios de campo necesarios para presentar definitivamente el proyecto de derivación que motiva este artículo.

Paralelamente al valle de Lorca y al Guadalentín, que es su colector general, corre á una distancia que varía entre 3,5 ó 6 kilómetros la divisoria de aguas entre este y el Mediterráneo, cuya costa próximamente paralela también, está separada de la divisoria de 18 á 20 kilómetros.

Dicho accidente orográfico está formado por las elevadas sierras de Almenara y Carrascoy, y por una gran depresión que las separa frente á Totana y que en una longitud de 6 á 8 kilómetros, convierte la divisoria en una extensa planicie, cuya elevación sobre el valle, apenas llega en algunos puntos á 25 metros.

Esta depresión, formada por suaves y anchas cañadas, ofrece varios collados susceptibles, todos de ser atravesados con pequeños desmontes, y por tanto, el trabajo aquí mas importante, era alejar aquel que bajo todos aspectos ofreciere las mayores facilidades para el establecimiento de un cauce destinado á conducir grandes volúmenes de agua. Se principió en consecuencia por levantar el plano geométrico, que debía alcanzar por un lado el espacio comprendido entre el rio y la divisoria, y por el opuesto, la zona necesaria para enlazar el cauce artificial con la rambla de Mazarrón, que debía ser su complemento hasta el mar.

Los principales resultados de este estudio, los que pueden considerarse como decisivos en esta cuestión, son las altitudes que expresa el siguiente cuadro y los puntos principales á que se refiere, pueden verse en las hojas números 5 y 18.

| Designación de los puntos.                                         | Altitudes. |
|--------------------------------------------------------------------|------------|
| Collado de viña larga.                                             | 186,50     |
| Id. de la molineta.                                                | 178,00     |
| Cauce del rio en el Puente.                                        | 164,80     |
| Id. en la presa de los Paretones.                                  | 174,00     |
| Id. dos kilómetros mas arriba.                                     | 185,50     |
| Cauce de la rambla de Mazarrón en el punto donde desagua el canal. | 170,00     |

Aun cuando la rambla de Mazarrón está formada por las afluencias de varios puntos de la divisoria, la principal de todas, aquella que desde muy cerca de su origen, tiene ya dimensiones capaces de llevar encauzadas las aguas del canal, nace en la parte superior y frente al collado de la rambla y esta circunstancia excluye ya todos los pasos que como el de la Molineta y otros, están situados mucho mas abajo y obligarían á dar al canal un gran rodeo para llegar

á la rambla mencionada. Quedan pues solamente dos, el de la rambla y el de la Viña larga; pero la gran elevación del primero le excluye en absoluto y queda como paso aceptable el segundo.

Esto sentado, el mas corto entre todos los trazados posibles, seria aquel que partiendo del rio normalmente á la dirección del valle y de la divisoria, crúzase esta por el Collado elegido; la diferencia de nivel seria de 22,0 metros, el terreno asciende suavemente y de una manera continua, y habria que ganar el mencionado desnivel entre el desmonte de la divisoria y la altura de la presa. Adoptando, pues, para ésta la altura de 8 á 9 metros que dada la profundidad del cáuce, parece ser un límite que no debe rebasarse, resultaria un desmonte de mas de dos kilómetros de longitud solamente hasta la divisoria y cuya cota variaria uniformemente desde 3 á 14 metros, sin contar la caja.

En peores condiciones estaria aun el trazado normal correspondiente al collado de la Molineta, pues aun cuando de menor utilidad que el elegido, está por un lado mas distante del rio y por el opuesto muchísimo mas de la rambla de Mazarrón, á la que todos los trazados deben ir á desaguar. Esto demuestra la necesidad de abandonar los trazados normales al valle, propuestos por algunos y buscar la solución racional en una dirección oblicua que permite tomar el rio á mayor altura y adoptar una traza que sino exenta de fuerte volúmen de desmonte en su primera parte; dadas las dimensiones de la caja, puede ir en un largo trayecto por el terreno natural, y atravesar la divisoria con una trinchera moderada.

Demostrada la necesidad del trazado oblicuo, resta solo elegir el emplazamiento de la presa de toma y como la elevación de la planicie del valle sobre el fondo del rio no baja en ningun punto de 10 metros, comprendimos que la altura de la obra seria grande si habia de evitarse en cierta medida el enorme volúmen de desmonte á que daría lugar un cáuce de las proporciones del de que se trata; forzoso era pues buscar un emplazamiento que permitiera una

obra de reducida longitud y cuyas condiciones de cimentación pudieran dar todas las seguridades posibles, sin entrar en crecidos gastos de cimentación.

Para elegir, pues, con acierto este sitio, se levantó el plano del cáuce en una extensión de 6 kilómetros, á partir del puente de la carretera, y se reconoció á la vez la naturaleza del fondo; de todo ello resulta que si bien es probable la existencia de una capa continua de margas arcillosas y de gran consistencia recubiertas por los aluviones del rio, aparecen éstas á la superficie en el punto llamado los Paretones donde hay ya construida la presa de toma para una acequia que no se ha terminado.

Esta favorable circunstancia permite fundar la obra con toda seguridad, y muy pocos gastos de agotamiento dada la impermeabilidad del terreno sobre que ha de insistir; bastará para conseguirlo, desmontar la roca en una pequeña profundidad en la que quedará la obra empotrada, sin peligro á resbalamientos, ni temor á filtraciones.

En la zona en que la roca está á la vista, se eligió el punto más estrecho del cáuce y la dirección más conveniente del rio para que las aguas pudieran pasar al nuevo sin perturbar gravemente la corriente; así se evitan complicados y tumultuosos movimientos del agua y los remolinos que ordinariamente son su consecuencia, lo cual pudiera en lo sucesivo dar lugar á modificaciones en la forma del cáuce.

El terreno está formado en el valle por los aluviones del rio en los que la arcilla es la materia predominante en las capas inferiores que han adquirido ya bastante consistencia, pero su tenacidad no es superior á la de la tierra compacta; quizá no están exentas de algunas sales solubles de potasa y sosa y esto aconseja tomar algunas precauciones respecto á la estabilidad de los taludes á los que se ha dado la inclinación de 2 de base por 1 de altura.

A medida que el trazado se aleja del rio, el terreno vá siendo mas compacto y al llegar á las últimas aunque suaves derivaciones de la montaña junto al cortijo de Fontana, aparecen ya las calizas mezcladas con tierra arcillosa dura,

que alternando con una gruesa capa de terreno vegetal en las cañadas y aun con las calizas en bancos delgados en la divisoria, constituyen todo el terreno hasta el final.

En otro lugar se exponen las razones que permiten fijar la capacidad del cáuce al rededor de 100 metros cúbicos por segundo, si bien con la idea de aumentar sus dimensiones, una vez observados los efectos que las aguas produjesen en su trayecto por la rambla de Mazarrón, y en vista tambien de lo que la experiencia de las obras superiores pudiera aconsejar; partiendo de este dato se han fijado las dimensiones y forma de la sección transversal, sus pendientes y como consecuencia la velocidad media del agua en el período de su máximo, gasto que se representa en la hoja número 7; su forma es trapezoidal, los taludes de la caja tienen una suave inclinación de 2 de base por 1 de altura y se ha tenido en cuenta al fijarlos la velocidad media del agua superior á 1 metro, que seria algo crecida sin la circunstancia de que la corriente fuertemente cargada de limos, tiene menor acción sobre el fondo y paredes que el agua clara.

La altura mayor del agua en el canal, se fija en 3 metros. Como un término medio prudente entre una menor que aumentaria mucho la anchura de la caja y otra mayor que dificultaria su apertura y su limpia.

La caja está en los terraplenes limitada por dos paseos, que se elevan un metro sobre el mayor nivel y tiene una anchura mínima de 1,50; con estas disposiciones la explanación no podrá ser en ningun caso rebasada por las aguas, ni las filtraciones son de sostener al través de un mazizo de tierra mayor siempre de 3,50 metros.

Las dimensiones de la caja y sus pendientes son distintas en las dos vertientes, como así lo exige la respectiva resistencia del terreno.

En la vertiente del rio la caja tiene en el fondo un ancho de 24 metros y la pendiente es de 0,3 por kilómetro y en la opuesta 19 metros y 0,5 respectivamente; con estos elementos la velocidad media que con el máximo del caudal

toma el agua es 1,26 metros y los gastos tambien máximos 113,50 y 105,00 que puede igualarse al primero tomando un pequeño aumento en la altura.

Los taludes de los desmontes tienen la inclinación de 1 de base por 4 y se deja en ellos una banquetta mas elevada que el agua donde se depositarán las tierras desprendidas.

Mas adelante se expondrán las consideraciones que nos han guiado en todos los canales para la determinación de las pendientes y el procedimiento empleado para las cubicaciones de las obras de tierra.

Para determinar el precio del metro cúbico de terraplén, se ha empezado por determinar la distribución mas conveniente de las tierras, trazando la curva cuyas abscisas son las distancias al origen y las ordenadas las sumas algebraicas de los desmontes y terraplenes. Son conocidas las propiedades de esta curva siendo la principal el representar las áreas comprendidas entre ella y una horizontal cualquiera los momentos de trasporte en el trayecto de la horizontal, en el cual hay compensación de desmontes y terraplenes. Trazando horizontales de longitud igual á la distancia máxima de trasporte adoptada que es de de 2,500 metros, (se supone el empleo de via-ferrea con wagones tirados por caballerías) se han determinado las partes en que debe haber compensación y aquellas en que existirán zanjas de préstamos. En unos y otros casos, es fácil determinar el momento de trasporte  $\xi V d$ , siendo  $V$  el volúmen y  $d$  su distancia de trasporte, y dividiendo el momento total por el cubo transportado se ha calculado la distancia media de 1.112 metros.

Conocida ésta se ha determinado el precio del metro cúbico de terraplén por las fórmulas da Gaschler en su tratado de caminos de hierro, cálculos que por lo prelijos no detallaremos.

El diágrama de este estudio aparece en escala reducida en la hoja sétima figura.

Obras de Fábrica,

Fijado el emplazamiento y la altura de la presa en la toma de este canal, queda reducido el problema á proyectar en dicho punto, una presa de 9 metros de altura.

A dos pueden reducirse los sistemas empleados en la construcción de las presas del vertedero; las presas de encofrado y relleno de escollera y las formadas por un mazizo de fábrica directamente fundado en el terreno resistente. El primero solo puede emplearse en terrenos en que pueden hincarse los pilotes hasta una profundidad suficiente para que la obra tenga la estabilidad necesaria, circunstancia que no se verifica en el caso que examinamos, pues el fondo en que se ha de cimentar la obra, es de arcillas muy endurecidas en que no penetrarían los pilotes.

La fundación tiene que ser por lo tanto directa.

Un mazizo todo de escollera no sería conveniente, en atención al gran volúmen que exigiría, dada su altura y el inconveniente de la permeabilidad, tanto mayor cuanto aquella es grande. Conviene pues un mazizo de fábrica y claro está que no puede adoptarse el perfil de glacis tendido por el gran volúmen que entraría; por otra parte, la altura de caída sería excesiva, aun haciendo un paramento escalonado cuando en las crecidas se destacase de la obra la vena líquida atacando enérgicamente el terreno ó zampeado que se dispusiera al pié de la obra, difícil de conservar en tales condiciones aunque se prolongase á gran distancia aguas-abajo. Nos vemos pues conducidos á adoptar un perfil mixto en que existe una caída vertical primero y luego un glacis tendido, solución que reduce notablemente los inconvenientes de los dos anteriores. La altura de caída ha sido fijada en 4 metros, habiéndose á su vez subdividido en dos cuerpos formando un escalón intermedio con un retallo de 1,50. De este modo la caída será de 2 metros, cuando la lámina de agua sea de poco espesor, y alcanzará 4 en las grandes crecidas



ganando el resto de la altura de la presa 5 metros, por medio del talud tendido, y no siendo necesario para evitar la permeabilidad el enorme espesor de fábrica que resulta en la parte inferior, ha podido formarse el glacis tendido de escollera, reduciendo la parte de fábrica concertada al mazizo necesario para la estabilidad del mazizo de aguas-arriba. Fijada la forma de la presa en los 4 metros bajo la coronación y determinados sus espesores con alguna exageración, como conviene en estas obras, pues la carga máxima por centímetro cuadrado no excede en esta parte de 2 ks., 68, el problema queda reducido á prolongar el perfil hasta los 9 metros que debe tener, lo cual se ha hecho por tanteos gráficos, contando además con un metro de cimentación. La carga máxima admitida, ha sido de 6 kilogramos y en el diágrama se vé que solo llega á 5,80.

El diágrama se ha trazado en el supuesto de que la carga sobre la coronación sea de un metro. En tales condiciones el gasto total de la presa, del desagüe del canal, y del canal mismo es de unos 5,32 metros, superior al que resulta en este punto en el caso más desfavorable de los estudios de la influencia de las obras en las avenidas. Se ha admitido para peso específico del agua 1,200 kilos para tener en cuenta las materias sólidas en suspensión. La línea quebrada representada de azul es la curva de los empujes, siendo el paramento de aguas-arriba de la presa el eje de las abscisas.

La composición de las fuerzas se ha hecho por medio del polígono funicular, cuyo polo es  $o$  y con su auxilio se ha trazado fácilmente la curva de presiones cuando el depósito vacío para tener en cuenta los esfuerzos que la obra ha de sufrir durante la construcción, antes de ser sometida á los empujes del agua. Su trazado se ha hecho componiendo los pesos por medio del polígono funicular cuyo polo es  $o$ . Para facilitar las construcciones se ha tenido en cuenta el contra-empuje de la escollera considerándola como un fluido de densidad 2, y prescindiendo de su componente vertical favorable á la estabilidad. Así los empujes de las

zonas inferiores han sido reducidas en la cantidad correspondiente.

Se ha supuesto que el agua produzca un empuje en la zona correspondiente al cimiento y en estas condiciones resulta el máximo de  $R = 5,80$ ; si se prescinde de ese empuje la curva de presión retrocede y el máximo de  $R$  se reduce á 3,61.

Determinado así el perfil del mazizo de fábrica, se ha trazado el talud de la escollera con 5 metros de altura sobre el fondo y 16 de base terminando aguas-abajo en un fuerte raigal ó rastrillo de 2 metros de grueso y 2 de profundidad. También se ha dispuesto otro rastrillo en el límite del cimiento hácia aguas-arriba con las mismas dimensiones para mayor seguridad contra las filtraciones y socavamientos por más que unas y otras son poco temibles en aquel punto.

Los retallos de los escalones se proyectan de sillería, y este mismo material se emplea en el revestimiento del paramento aguas-arriba, en una profundidad de 6 metros contada desde la coronación, revestimiento que se proyecta para resistir al gran rozamiento que aquel paramento debe experimentar al plegarse á él los filetes líquidos inferiores.

Se ha dado á la presa en planta una forma quebrada compuesta de dos alineaciones rectas enlazadas por una curva de 18 metros de radio para unirla tangencialmente á la margen izquierda del canal. Esta unión se consigna por medio de un estribo de 9 metros de largo, por 2 de espesor y 4 de altura, que atendiendo á la forma en que queda el escárpe del rio ha sido preciso prolongar por un muro en alá para sostener las tierras. Las cadenas de los ángulos y las coronaciones son de sillería en ambas obras. El talud del canal se ha revestido de mampostería en una longitud de 10 metros á contar del estribo. Todos estos detalles pueden verse en la planta y alzado del estribo que figura en la lámina.

En la margen izquierda no se ha proyectado estribo; solamente se ha arraigado la presa en la ladera conservando su perfil recrecido en un metro para evitar que por el án-

gulo vierta el agua. Igual precaución se ha tomado en la margen derecha quedando en el resto de la presa la coronación á 0,20 metros debajo de la línea normal de agua en el canal, en una longitud de 85 metros. Todo ello puede observarse en el perfil longitudinal de la presa en que se vé la necesidad de prolongarla hasta cerrar los canales abandonados que existen en ambas márgenes.

Siendo indispensable disponer una obra para verificar limpiezas que impidan se ciegue la embocadura del canal, y al mismo tiempo un aliviadero de superficie para devolver al río el exceso de las aguas que penetran en aquel, hemos procurado reunir ambas obras en una sola, atendidas las dificultades para su establecimiento y su desagüe. Al efecto, hemos utilizado para su colocación la parte de presa que cierra el antiguo canal de la margen derecha, por el cual fácilmente desaguará en el río á muy corta distancia; y este punto puede considerarse ya dentro del canal que proyectamos.

El cierre proyectado és del mismo sistema que el del aliviadero de Puentes ya descrito, que se presta á servir de aliviadero de superficie, cuyo umbral está á la altura normal de agua en el canal, y á bajar sus dos ó tres metros, quedando en este caso al nivel del fondo, y consiguiendo esto mediante 3 compuertas superpuestas de un metro de altura; como se vé, no es otra cosa que el cierre del sistema Boulé, experimentado con buenos resultados para grandes cargas con la sola diferencia de la sustitución de los cuchillos de hierro por pilas de fábrica. La obra se compone de 3 claros de 2 metros de luz con dos pilas de sillería en que se apoyan las compuertas. A estas pilas y á los estribos, se les ha dado la forma de la zona líquida, á fin de suprimir la contracción. Las compuertas se han formado por viguetas de 0,<sup>ms</sup>25 de escuadria reunidos entre sí, habiendo resultado 0,<sup>ms</sup>25 de espesor para la inferior, habida en cuenta su carga y calculada por las fórmulas conocidas. Llevan en su punto medio y en la parte superior un gancho en el que pueda penetrar la argolla que pende de una cadena arrollada á un torno, el cual se

mueve en una via férrea sobre los largueros. Por medio de una pértiga puede facilitarse esta operación.

Se presenta en conjunto el torno que hemos proyectado, como ejemplo del aparato que debe emplearse, que puede ser también una grua de poca potencia.

El torno proyectado lleva su tambor montado en un tornillo de paso muy grande, á lo largo del cual, puede moverse impidiendo el movimiento de giro por una clavija que penetra en la guía que se observa en el corte y en el alzado; y puede impedirse el movimiento longitudinal suprimiendo dicho engalgue y fijando el tambor al tornillo por el mismo medio, girando en tal caso el tambor sin deslizar.

La maniobra se reduce á enganchar la compuerta mediante el torno, hallándose éste en la última situación descrita; una vez levantada la compuerta hasta más arriba que los sillares salientes que se observan en las pilas, se suprime el engalgue que impide el giro y se engalga la clavija que permite el deslizamiento longitudinal, con lo cual es fácil trasladar la compuerta encima de los mencionados sillares y colocarla tendida sobre los mismos; repitiendo luego la operación en los tramos inmediatos, el umbral del vertedero queda un metro más bajo, y otro tanto puede hacerse con la segunda fila de compuertas colocándolas sobre las primeras; y pudiéndose suprimir del mismo modo la tercera fila se podrá establecer una violenta corriente que producirá la limpia de los depósitos que se hayan formado á la entrada del canal; y podrá también utilizarse, si es necesario, como desagüe en las crecidas, variando según convenga la altura del umbral ó suprimiendo todas las compuertas, caso en que alcanza el desagüe un gasto de unos 69 metros cúbicos.

Dada la pequeñez de la cuenca por el corto trayecto que el canal recorre en cada una de las vertientes y su proximidad á la divisoria, así como lo llano del terreno en que apenas se observan ondulaciones de escasisima importancia, no se han proyectado obras de fábrica para el desagüe, que serian sumamente costosas en un canal de estas condiciones. En todo caso sería fácil llevar la mayor parte de las aguas

por medio de zanjas á desaguar mas arriba de la presa en la vertiente del Guadalentín y la rambla de Mazarrón las de la Mediterránea.

En el acometimiento del canal, en la rambla de Mazarrón, es necesaria una obra de defensa del malecón en que termina la margen izquierda, á fin de evitar su destrucción por las violentas corrientes que se establecerán en dicho punto. Consiste en un martillo ó dique terminal de fábrica, cimentado directamente en la roca, y análogo á las cabezas de los diques de puertos. Los paramentos en contacto con el agua, son de sillería. El martillo tiene una longitud de 15 metros; sus perfiles extremos aparecen en los dibujos, y termina en la coronación aguas-abajo por medio cono truncado y aguas-arriba, por otro trozo de cono que se enlaza con el revestimiento del terraplén, revestimiento que se prolonga hasta 8 metros, en las cuales se verifica gradualmente el cambio de talud entre el de la fábrica y el del terraplén, consiguiéndose esto por una superficie alaveada engendrada del modo siguiente. El cono del tambor en que empieza el martillo, es una de las superficies directrices y la otra es otro cono, cuyo vértice está en la arista del talud y es tangente al plano de dicho talud. Si imaginamos un plano horizontal móvil y en cada posición trazamos la tangente, común á las secciones que determina en los dos conos, esta tangente será la generatriz de la alaveada de plano director horizontal que forma el paramento de revestimiento. Este termina por el lado de aguas-arriba en un muro transversal al terraplén, que forma un profundo rastrillo destinado á impedir que una socavación del talud de tierra en este punto ocasione la destrucción del revestimiento.

Hemos comprobado si en las circunstancias mas desfavorables ya indicadas, es decir, cuando la lámina de agua sobre la presa alcanza un metro de espesor, ocasiona esta obra el desbordamiento aguas-arriba de ella. Conocemos al efecto, el cáuce en unos 3 kilómetros aguas-arriba. Su perfil dá una pendiente de 0,0032 y puede obtenerse el eje hidráulico en el supuesto de ser uniforme el movimiento para un gasto de

532 metros cúbicos que corresponde al caso que estudiamos. Se ha tomado como sección media una que se aproxima á ella si se prescinde de los senos que presenta el cáuce, y siendo el efecto de estos rebajar el eje hidráulico, claro es que obtendremos un límite superior. Haciendo uso para facilitar el cálculo de la fórmula aproximada de Tadini  $V = 50 \sqrt{R I}$  se ha determinado por tanto la altura correspondiente el gasto de 532 metros cúbicos que ha resultado ser 5,ms45. Con esta altura puede trazarse el eje hidráulico del régimen uniforme que se observa en la figura.

El punto de máxima altura del remanso estará próximo á la presa y á una altura de un metro sobre su coronación.

Podrían obtenerse otros puntos de la curva de remanso por el método de Turazza, pero observamos que si desde el mencionado punto trazamos una paralela al eje hidráulico del régimen uniforme, obtendremos un límite superior de dicha curva. Según una conocida regla práctica de hidráulica el remanso deja de ser sensible á una distancia, doble próximamente de aquella en que la horizontal del punto de máxima altura de remanso corta al eje hidráulico del régimen uniforme, que en nuestro caso viene á estar hácia el límite del perfil del diágrama. Si sobre este perfil se proyectan las aristas de los escarpes de ambas márgenes que aparecen en el dibujo, se vé que quedan muy por encima del límite determinado, sobre todo si se observa que solo se deprime una de las márgenes hasta coincidir sensiblemente con dicho límite á una distancia en que el remanso es ya casi insensible. En vista de estos resultados, es inútil continuar la investigación de la curva de remanso.



---

---

## CAPÍTULO V.

### ARTÍCULO 1.º

#### Obras del Reguerón.

Estudiaremos en este capítulo, las obras que se proponen en el Reguerón, que comprenden: 1.º Las obras destinadas á fijar el cáuce desde el Paso de los Carros hasta las Puertas de Murcia. 2.º El ensanche del cáuce artificial. 3.º La sustitución de los puentes existentes por otros de mayor desagüe. Y 4.º La reparación de los desperfectos que existen en el punto llamado Zanjón del diablo, y la defensa de la margen del Segura, situada enfrente de la desembocadura del Reguerón.

Hemos indicado varias veces, que empleamos, en este punto, los diques permeables de zarzos para elevar gradualmente las márgenes por entarquinamientos, ayudando á producir este efecto, los riegos que se pueden llevar á cabo por medio de dos canales proyectados, y aun los pequeños desbordamientos del río.

Es de observar, que en este punto, no conviene oponerse por completo al desbordamiento por medio de diques que se opongán á la marcha de las aguas, haciéndolas penetrar todas en el Reguerón, puesto que limitada la capacidad de

este á 243 metros cúbicos, el resto desbordaría en este cáuce ocasionando mayores perjuicios que si se desbordara en el Paso de los Carros, y siguiera el Thalweg natural; por esta razon conviene fijar el cáuce actual, y aun recrecer algo las márgenes para que el caudal de que es capaz, el Reguerón penetre en este cáuce, y para concretar el desbordamiento á determinados puntos que con rapidez reúnan las aguas en su antiguo cáuce. En atención á estas circunstancias, se propone defender con escollera las partes de la margen izquierda mas expuestas á degradaciones, representadas con trozos carmín en el plano correspondiente hoja núm. 9. Dada la forma de aquellas márgenes, se ha considerado suficiente un volúmen de 4 metros cúbicos de escollera por metro lineal de margen defendida, y el desarrollo total de esta defensa es de 2.424 metros lineales.

En el mismo plano se observarán los trazados adoptados para los diques permeables de zarzos, que se emplean en ambas márgenes, en los puntos mas convenientes. Se han adoptado dos modelos en estas defensas; el modelo número 1, se representa en el plano con trazo azul y en la misma hoja, se vé el detalle de su construcción, si bien advertiremos que en la figura no aparecen entrelazados verticalmente los haces de página como deben estar. El modelo número 2, cuyo detalle se vé inmediato al primero, se ha representado en el plano con trazo verde.

Se observará que la defensa mas estudiada en la margen izquierda se halla precisamente en el emplazamiento de las boqueras de toma de los riegos de Sangonera, de los cuales hemos hablado anteriormente. Ya hemos indicado allí la conveniencia de suprimir este procedimiento de riego por el peligro que ofrece, facilitando extraordinariamente las inundaciones en tantos puntos distintos, sustituyéndolo por otro que no ofrezca este inconveniente; por estas razones se propone no solo suprimir las boqueras, sino recrecer el terreno en que están situadas, limitando el desbordamiento de las aguas que no pueden tener cabida en el Reguerón á dos puntos principales; el Paso de los Carros, donde el cáuce



actual se separa del Thalweg y el cáuce inmediato á las puertas de Murcia, que con facilidad pueden conducir cierto caudal al Thalweg.

El desarrollo total de diques de zarzos proyectados segun el modelo número 1, es de 4750 metros y segun el modelo número 2 — 2782 metros.

Para proyectar el ensanche del cáuce, se ha empezado por regularizar las rasantes, pues se ha observado al hacer este estudio que varian entre límites muy lejanos, siendo grande la irregularidad que se observa, tanto respecto á las rasantes, como respecto á las secciones. Se ha podido determinar aproximadamente por las fórmulas de Ganguillet y Kutter el caudal correspondiente á uno de los tramos de menor pendiente y menores secciones, y el caudal que puede pasar por él en su estado actual no excede de 60 metros cúbicos. En cambio existen puntos en que las secciones son mucho mayores como tambien las pendientes, siendo estos terrenos capaces de un caudal muy superior, pero inútilmente sino se regulariza todo el cáuce. Esta es la razón de que se pueda conseguir, con una obra relativamente económica, un caudal mucho mayor. Se han trazado las rasantes que se proponen con la condición de aumentar en lo posible sus pendientes, sin que las cotas de desmote excedan nunca de un metro y siendo mucho menores en general, puesto que de lo contrario aumenta en grandes proporciones el cubo de desmote, en atención al ancho del canal. Una vez admitidas las rasantes que figuran en el estado correspondiente, se han mediado los anchos de los perfiles aumentándolos en lo que sea necesario, hasta conseguir un caudal mínimo conveniente.

Se han empleado siempre las fórmulas mencionadas de Ganguillet y Kutter, y se han calculado los gastos y velocidades en cada tramo con los ensanches adoptados. Todos estos datos figuran en el estado de rasantes habiéndose calculado para alturas de agua de 2 y de 3 metros. Con el producto de los desmontes podrán recrecerse los malecones de las márgenes lo necesario para que la altura del agua

pueda llegar á 3 metros; y en tal caso se vé que el caudal mínimo en los diversos tramos es de 243 metros cúbicos que representa el volúmen que podrá conducir este cáuce una vez modificado. En los perfiles trasversales, aparecen las áreas de los desmontes necesarios, acompañando al presupuesto de esta obra las cubicaciones de los desmontes necesarios.

Antes de describir el modelo de puente metálico, que se ha estudiado ligeramente para sustituir á los actuales, indicaremos en que consiste el desperfecto del Zanjón del Diablo y su reparación; se halla representado en detalle junto al plano de conjunto del Reguerón, y puede observarse que las aguas rompiendo una de las márgenes se han abierto un nuevo cáuce, quedando la corriente dividida en dos que comprenden un mazizo de la altura de las márgenes. La reparación proyectada consiste simplemente en continuar el cáuce por líneas regulares, desmontando una parte del mazizo mencionado y cerrando el cáuce por dos diques de tierra revestido de escollera, cuya sección trasversal aparece en la misma lámina, figura novena y es análoga á la de los diques de defensa de Orihuela, que describiremos en breve.

A la verdad, el ángulo casi recto que forma el Reguerón con el Segura en la confluencia, no es conveniente para la fácil evacuación en las crecidas. Pero en atención al coste elevado de una variación de la traza de este canal, aunque fuera en una corta longitud, nos ha aconsejado desechar esta obra, limitándonos á defender con escollera la margen opuesta del Segura en una extensión de cien metros.

Réstanos describir el modelo de puente que hemos estudiado muy ligeramente, para conocer con cierta aproximación el coste de la sustitución de los dos puentes que actualmente existen en el Reguerón, pertenecientes el uno á la carretera de Murcia á Cartagena y el otro en el camino de Murcia á Aljezares, cuyos desagües son insuficientes y ocasionan con frecuencia los desbordamientos por los remansos que producen.

Es un tramo metálico de 24 metros de luz, del sistema triangular izosceles (Warren), articulado y con piso de entablonado, su altura de 3 metros. Calculadas las viguetas, colocado inferiormente el piso con la sobre-carga usual de 3000 kilogramos por metro cuadrado, resulta sobre cada articulación un esfuerzo de 6 toneladas, distando entre sí dichas articulaciones 3 metros.

Con estos datos es fácil construir el diagrama que figura en la lámina 17... que dá los esfuerzos que sufren las piezas. De ellas se deducen las áreas de cada una y los pesos.

Los resultados se reúnen en el siguiente cuadro:

| Esfuerzos en kilogramos. Cabezas. | Secciones teóricas en milímetros cuadrados. | Volúmenes. Metros cúbicos. | Pesos. Kilogramos. |
|-----------------------------------|---------------------------------------------|----------------------------|--------------------|
| X <sub>1</sub> = 21,200...        | 3,534.....                                  | 0,010.602.....             | 79,50              |
| X <sub>2</sub> = 36,200...        | 6,034.....                                  | 0,018.102.....             | 135,75             |
| X <sub>3</sub> = 45,000...        | 7,500.....                                  | 0,022.500.....             | 168,75             |
| X <sub>4</sub> = 48,000...        | 8,000.....                                  | 0,024.000.....             | 180,00             |
| Z <sub>1</sub> = 10,500...        | 1,750.....                                  | 0,005.250.....             | 39,37              |
| Z <sub>2</sub> = 28,700...        | 4,784.....                                  | 0,014.352.....             | 108,00             |
| Z <sub>3</sub> = 40,200...        | 6,700.....                                  | 0,020.100.....             | 150,75             |
| Z <sub>4</sub> = 46,200...        | 7,700.....                                  | 0,023.100.....             | 173,25             |
| <b>Barras inclinadas</b> .....    |                                             |                            |                    |
| U <sub>1</sub> = 23,500...        | 3,917.....                                  | 0,013.122.....             | 98,25              |
| U <sub>2</sub> = 16,800...        | 2,800.....                                  | 0,009.380.....             | 70,50              |
| U <sub>3</sub> = 10,000...        | 1,667.....                                  | 0,005.584.....             | 42,00              |
| U <sub>4</sub> = 3,500...         | 584.....                                    | 0,001.958.....             | 15,00              |
| Y <sub>1</sub> = 23,500...        | 3,917.....                                  | 0,013.122.....             | 98,25              |
| Y <sub>2</sub> = 16,800...        | 2,800.....                                  | 0,009.380.....             | 70,50              |
| Y <sub>3</sub> = 10,000...        | 1,667.....                                  | 0,005.584.....             | 42,00              |
| Y <sub>4</sub> = 2,500...         | 584.....                                    | 0,001.958.....             | 15,00              |

No habiendo fijado las dimensiones de las secciones de las piezas, hemos supuesto que las articulaciones tengan 0,08 de diámetro, que será suficiente. Con estos datos se ha calculado el peso total de hierro, incluyendo 4 anostramientos superiores en 4 vértices de las vigas, sostenido por mon-

tantes. Estos cálculos aparecen en las cubicaciones, así como los estribos, y con estos datos se ha podido formular su presupuesto alzado.

Su supone, en el presupuesto del conjunto de las obras del Reguerón, que los dos puentes mencionados se construirán con arreglo á este modelo.

ARTÍCULO 2.º  
Obras de defensa de Orihuela.

Estas obras tienen por objeto impedir la inundación de la parte de la ciudad, situada en la margen izquierda, lo cual se puede conseguir por medio de un dique arraigado en una estribación de la sierra y terminado en el muro que recorre toda la margen del río hasta su salida de la población. En cuanto á la parte situada en la margen derecha, no vemos medio de defenderla por medio de obras locales, dentro de los límites racionales de la economía. Lo único que puede y debe hacerse, es fijar el cáuce á la entrada de la población; y combatir su tendencia á desviarse hácia esta parte; con este objeto se ha proyectado un dique de 544 metros en dicha margen, suprimiendo una curva del río, pues esta tendencia está marcadísima y ya se ha adoptado esta solución en la localidad, construyendo una mota cuyo trazado es el del dique, mas reforzado y prolongado hácia aguas-abajo, que proponemos.

La parte cóncava de una violenta curva que forma el río á su entrada en la parte edificada de la margen derecha, se defiende tambien con una capa de escollera que tiene por objeto evitar que el cáuce la ataque y se desvie en aquella

dirección. Todas estas obras se encuentran representadas en el plano con el que puede formarse idea de su trazado e importancia.

Daremos algunos detalles acerca de cada una de estas obras. El dique de la margen izquierda, que es el mas importante, se compone de un mazizo de tierras cuyos taludes son de 1,50 por 1 el que está en contacto con las aguas y de 1 por 1, el que está en el lado opuesto; todo él está revestido de una capa de escollera de 0,50 metros de espesor, alcanzando el dique en la coronación un espesor de un metro. Se ha enrasado el dique en su origen aguas-arriba á la cota de 104,50 que no han alcanzado las mayores crecidas descendiendo á 103,50 en el extremo opuesto. Su longitud es de 300 metros y la mayor altura que alcanza 4,50 metros. La proximidad de una excelente cantera que se explota en el estribo donde arraiga el dique, permite construir en condiciones muy económicas los revestimientos proyectados.

Las aguas han penetrado en aquella parte de la población por el portillo que se observa al extremo de la línea que limita la edificación. El muro que forma esta línea se halla en muy mal estado, y no ofrece seguridad, por lo que conviene, en todo caso, el dique que proyectamos, que tiene suficiente altura, puesto que segun las noticias adquiridas en la localidad, solo desborda el agua por el portillo mencionado con una altura de unos 0,50 metros á 0,60 metros.

En la margen izquierda, en el punto en que se proyecta el dique, se observa el mal estado en que ha quedado la margen, y la tendencia marcada del rio á arrastrar la parte comprendida entre la margen actual y el dique proyectado; hemos indicado que dicho dique se halla ya construido, por lo que solo proponemos reforzarlo, dándole la misma disposición que el dique de la margen izquierda ya descrito y prolongarlo segun la tangente que coincide sensiblemente con la continuación de la margen, hasta un punto en que la corriente haya tomado su dirección y no amenace destruirlo.

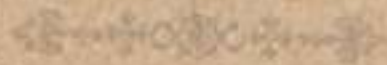
En cuanto á la defensa de la margen cóncava que existen á la entrada del rio en la parte en que existen edificios en

ambas márgenes, ya hemos indicado su objeto y razonado su conveniencia. La defensa consiste simplemente, en un revestimiento de escollera, enteramente análogo á los de las márgenes del Sangonera y defensa del Segura en la confluencia del Reguerón. La proximidad del material facilita y hace económicas estas obras, por mas que para las dos últimamente descritas sea preciso pasar el rio en barcas ó dar un rodeo para pasar por el punto de la población indicado en el plano correspondiente.

El presupuesto de estas obras asciende á la cantidad de 78.432,91 pesetas.

ARTÍCULO I.

Pantano del Quipar.



Se halla situado en el punto de la población indicado en el plano correspondiente. La defensa consiste simplemente, en un revestimiento de escollera, enteramente análogo á los de las márgenes del Sangonera y defensa del Segura en la confluencia del Reguerón. La proximidad del material facilita y hace económicas estas obras, por mas que para las dos últimamente descritas sea preciso pasar el rio en barcas ó dar un rodeo para pasar por el punto de la población indicado en el plano correspondiente.

El presupuesto de estas obras asciende á la cantidad de 78.432,91 pesetas.

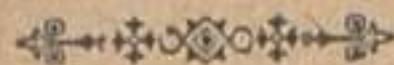


su conveniencia. La defensa consiste simplemente en un revestimiento de escollera, enteramente análogo a los de las márgenes del Sanguonera y defensa del Segura en la confluencia del Reguón. La proximidad del material facilita y hace económicas estas obras, por mas que para las dos últimamente descritas sea preciso pasar el río en barca o dar un rodeo para pasar por un punto de población indi-

## CAPÍTULO VI.

### ARTÍCULO 1.º

#### Pantano del Quipar.



Se halla situado en el río de este nombre, cerca de su confluencia con el Segura, siendo su emplazamiento el que reúne mejores condiciones de todos los estudiados, tanto para la fácil construcción de la presa, como por la extraordinaria capacidad del vaso. El estrecho está formado por capas de arenisca silicea y resistente á los agentes atmosféricos, que se presentan casi verticales, pertenecientes al terreno triásico. El ancho en el fondo es de 17 metros. La roca aflora en el fondo en varios puntos y hace comprender la facilidad con que puede llevarse á cabo la fundación de la obra. Se ha apreciado en dos metros la profundidad media de cimientó para la formación del presupuesto. Los arrastres que se observan en el río son arenas y grava menuda.

La altura de la presa es de 38 metros y el desarrollo de su coronación de 44. Con los 38 metros de altura que se le han asignado en el proyecto, alcanza una capacidad de 39.277.000. La superficie horizontal, á la altura del umbral del vertedero, es de 2,500,000 metros.

El vertedero y la gaiería de fondo se hallan situados en

la ladera de la margen derecha, y las dos tomas de aguas es de 0,70 metros cuadrados de área que se han proyectado á 8 y 20 metros respectivamente sobre el fondo. En cuanto á su disposición nada tenemos que agregar á lo dicho en general para todas las obras de esta clase; puede verse en la figura 8 de la lámina 11. El pozo de toma tiene una profundidad de 33 metros con tres galerías de acceso, cuya longitud total es de 50 metros; las galerías de toma tienen respectivamente 24 y 65 metros de longitud.

La longitud de la galería de limpia es de 81 metros y la de acceso á la cámara de mecanismos es de 58. La longitud del vertedero es de 10 metros.

La forma y disposición de las laderas que se vé en el plano de emplazamiento de la presa, en escala de 1 por 1,000, hace comprender la ventaja de la situación adoptada para todas estas obras.

La enorme capacidad de este vaso y los resultados á que se llega en el estudio de su influencia en las avenidas, permiten considerar como remoto el peligro de que el agua salve la coronación de la presa y esta ha sido la razón de haber adoptado el perfil de paramento continuo en esta obra.

Siempre existe la misma indeterminación respecto á las condiciones de permeabilidad del terreno, pero la naturaleza del fondo parece favorable por cuanto contiene arcillas descompuestas y yesos, pero en todo caso las filtraciones serán locales y bastante alejadas de la presa, siendo apesar de ello un excelente regulador de las avenidas del Quipar esta importante obra; y por otra parte la gran capacidad del vaso permitirá siempre almacenar un considerable volumen de agua á no ser las filtraciones de gran importancia.

En el presupuesto, no se han tenido en cuenta algunos de los medios auxiliares para la construcción de esta obra en atención á que pueden utilizarse los que se han incluido en otros, y muy principalmente en el presupuesto del pantano de Talave, á causa de su proximidad. En la obra que nos ocupa, se ha incluido en cambio, además del aparato telegráfico, 45 kilómetros de línea, que se calculan necesarios



para enlazar esta obra con el Pantano de Talave pasando por Calasparra.

En cuanto al presupuesto de expropiaciones observaremos únicamente que aunque la extensión ocupada es grande, no lo es el coste de los terrenos por existir poco regadío, por hallarse bastante desarrollado el monte no cultivado, y ser pequeño el precio de los terrenos de secano que son los mas extendidos en la superficie ocupada por el embalse de esta presa.

## ARTÍCULO 2.º

### Pantano de Talave (Rio Mundo.)



Se halla situado en el estrecho de Talave en el rio Mundo, á unos 2 kilómetros de los baños de la Vicaria, en término de Hellín, á unos 16 kilómetros confluencia del Mundo con el Segura y 90 de la capital.

El emplazamiento de la obra es una profunda cortadura comprendida entre un estribo del Calar del Mundo y otro que avanza de la margen opuesta, dejando en el fondo un paso de 36 metros de ancho; las laderas están constituidas por masas de arenisca silícea, perteneciente á la formación terciaria algo descompuestas en la ladera derecha por efecto del choque de las aguas que describen una violenta curva á la entrada del desfiladero y por las acciones atmosféricas, pero esta descomposición superficial no tiene importancia para la regularidad de la obra, pues á poco que se profundice su arraigo en esta ladera puede apoyarse en ella en tan buenas condiciones como en la opuesta.

En el fondo se observan algunos afloramientos de la mis-

ma roca de la ladera que permiten esperar que esta se halle á poca profundidad en toda la extensión de la obra, circunstancia muy favorable que permite darle grandes dimensiones sin que su presupuesto alcance un valor muy elevado. Se ha redactado el presupuesto con una profundidad media de 5 metros en el cimiento.

La altura de la presa es de 43 metros; su desarrollo en la coronación 118,50. La extensión de un ensanchamiento considerable del valle inmediatamente encima de la presa dan á este vaso la gran capacidad que puede observarse en el correspondiente estado de cubicaciones y es de 45,789,000 metros cúbicos para los 43 metros de altura con que se ha proyectado.

Hemos indicado las condiciones en que se proyecta esta obra al hacer el estudio de los resultados probables en la cuenca del Segura, y hemos expuesto allí las razones en que se funda el haber prescindido de utilizarla para riegos, proyectándola en consecuencia sin galería de toma y sin compuerta en la de fondo. En tales condiciones la reducción obtenida en la mayor avenida que se conoce en este afluente, es importantísima, como puede verse en el estado 3.º relativo á esta obra. Por lo demás podría en lo porvenir modificarse y utilizarse para riegos si se reconociera la conveniencia de esta modificación. Por las condiciones del proyecto se comprende facilmente lo remoto del peligro de que vierta el agua por la coronación, atendiendo á que el máximo nivel del agua en el embalse solo llega á 48,38 metros siendo de 43 la altura total y contando con un vertedero de 10 metros de longitud cuyo umbral está á 3,80 metros debajo de la coronación. En atención á esta circunstancia se ha adoptado el perfil de paramento continuo.

El vertedero se ha situado en la margen izquierda que se presta mejor á su establecimiento exigiendo menos cota y menor cubo de desmonte. La supresión de las galerías de toma y de la compuerta del fondo simplifica mucho esta obra rebajando considerablemente su presupuesto y aumentando su poder regulador.

Respecto á las filtraciones, podemos indicar que el vaso se compone en su totalidad de rocas arcillosas, por lo cual aquellas son poco temibles, mucho mas teniendo en cuenta las condiciones en que se proyecta esta obra, toda vez que no se propone utilizarla para almacenar aguas para riego.

En el presupuesto se han incluido todos los auxiliares necesarios para su construcción, en atención á que debe construirse en la primera época; y solamente un aparato telegráfico, figurando en otros presupuestos las líneas que concurren en esta obra.

La expropiación es en ella de importancia por cubrir el embalse una gran extensión de terrenos de huerta; pero la forma en que debe funcionar la obra permite no ocupar constantemente todo el embalse, limitándose á imponer una servidumbre al resto de los terrenos, que solo han de quedar sumergidos en las crecidas. Se ha supuesto que se ocuparán constantemente y deben ser expropiadas 24 hectáreas, cuyo precio es de 3500 pesetas; y al resto del regadio se ha asignado en la evaluaciónalzada de la expropiación una indemnización de 1,500 pesetas por hectárea, en concepto de ocupación temporal y teniendo presente que muchos de estos terrenos se prestarán á cultivos que no sufran perjuicios, ó que por lo menos sean pequeños.

Tales son las particularidades dignas de mención en lo tocante á esta obra.

ARTÍCULO 3.º

Pantano del puente de los Vizcainos (Segura.)



Está situado en el rio Segura, término de Yeste, á corta distancia de aguas-arriba de la confluencia del Tus é inme-

diato al puente llamado de los Vizcainos. Las laderas son de roca caliza cretácea, descompuesta en la superficie en la margen izquierda.

En la derecha se halla muy descompuesto un acantilado de la misma roca, situado á gran altura sobre el rio, pero en buenas condiciones en toda la altura en que se ha de apoyar la presa. Al pié de esta ladera se observan depósitos detríticos compuestos de grandes bloques procedentes del mencionado escarpe; pero en el emplazamiento de la obra las laderas están en buenas condiciones para el apoyo de aquella. El fondo del desfiladero, en el sitio dejado para el emplazamiento, tiene solamente un ancho de 15 metros. En él se halla la roca á la vista en numerosos puntos, y el cimiento de la presa habrá de ser de corta profundidad. Se ha supuesto una profundidad media de 3 metros, contando con la parte de roca que deberá desmontarse para abrir la caja y quitar las partes influidas por los agentes exteriores. Los acarreos del lecho del rio se componen de arenas y gravas de mediano tamaño.

La altura de la presa es de 40 metros y su desarrollo en la coronación 89,50. La capacidad del vaso para la altura adoptada es de 23.580,000 metros cúbicos.

El vertedero de superficie tiene 15 metros de longitud, y se ha situado en la ladera de la margen derecha. La galería de fondo y la toma de agua se disponen en la margen izquierda, en atención á la forma y condiciones de ambas laderas. De este modo la galería de limpia solo alcanza una longitud de 48 metros y la de toma 63; esta última arranca de un pozo cuya profundidad es de 25 metros, y al cual acomete el agua del embalse por tres galerías á distintas alturas cuyo desarrollo total es 49 metros.

Todas estas disposiciones se hallan representadas en cortes en la correspondiente lámina.

Las condiciones de impermeabilidad del vaso parecen aceptables, pues el vaso se compone de calizas y arcillas en su mayor parte, estas últimas frecuentemente alteradas en su superficie dando lugar á desprendimientos de alguna

consideración en los escarpes. También existen nacimientos de arenas, pero esto no parece que ha de ser un obstáculo, pues por la fórmula en que se presentan, deben ser de poco espesor é insistir á corta profundidad sobre terreno impermeable.

En el presupuesto se han omitido las partidas correspondientes al material auxiliar, en atención á que no se propone esta obra para su inmediata construcción y no debiendo en todo caso construirse simultáneamente con las del primer grupo, podrá utilizarse el material empleado en aquella.

Se han incluido en cambio 45 kilómetros de línea telegráfica para su enlace con el pantano de Talave que es el mas próximo de los situados en la parte mas baja de la cuenca. Con éste se enlazarán luego los del Taivilla y el Tus.

También se ha incluido en partidaalzada un cierre análogo al del aliviadero del Pantano de Puentes, con objeto de almacenar mayor volumen en las crecidas, lo cual ofrece aquí menor dificultad, por hallarse situada la obra en la parte alta de la cuenca. Esta misma razón hace que el peligro de que sea salvada la coronación sea remoto, pues según las noticias adquiridas, las crecidas en aquel punto no alcanzan la magnitud que hemos supuesto en la avenida teórica; así es que se ha adoptado el perfil de paramento continuo.

La partida relativa á las expropiaciones es de poca importancia; la mayor parte de los terrenos que debe ocupar el embalse son de pinar, pero poco productivo y lo mismo sucede con las tierras de labor de escaso precio todas ellas, no existiendo regadio en la extensión ocupada.

#### ARTÍCULO 4.º

#### Pantano de Calasparra.



Se halla situado en el rio Argos ó Caravaca, muy próximo

á su desembocadura en el Segura y á la población de Calasparra.

El estrecho está formado por capas horizontales de arenisca de buenas condiciones para la fundación y arraigo de la presa en las laderas, correspondiente al terreno triásico.

El ancho en el fondo del desfiladero es de 25 metros.

En el fondo aparece la roca en la superficie en una buena parte de su ancho, lo que hace creer con fundamento que se encontrará á corta profundidad en toda la extensión delacimiento. Se ha admitido para el presupuesto una profundidad media de 4 metros. Los acarreos que se observan en el lecho del rio son arenas y gravilla menuda.

La altura con que se ha proyectado la presa es de 34,50 metros.

Su desarrollo en la coronación es de 106 metros.

El vertedero de 15 metros de longitud, se ha situado en la margen izquierda, y su umbral está á 30,15 metros sobre el fondo. Las galerías de limpia y de toma se hallan situadas en la margen derecha. La longitud de la primera es de 46 metros y la de toma tiene 68 metros.

El pozo de que arranca esta tiene 26 metros de profundidad y su comunicación con el embalse se verifica, como siempre, por tres galerías cuyos ejes están en un plano vertical, y cuyo desarrollo total en longitud es de 35 metros.

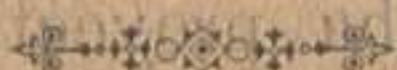
En cuanto á las condiciones de impermeabilidad del vaso, parece que las ha de llenar satisfactoriamente, pues el fondo del embalse está compuesto de rocas arcillosas en toda su extensión. En cambio tiene el inconveniente grave de estar su emplazamiento muy próximo á la población de Calasparra, aunque por otra parte favorable por su situación, respecto al rio principal del que se encuentra muy próximo como ya hemos indicado.

Por las razones indicadas, al tratar de las demás obras de la misma clase, se han incluido en el presupuesto de esta, los medios auxiliares, puesto que pueden utilizarse en ella los mismos que en las obras anteriormente ejecutadas en el Segura y sus afluentes inferiores.

La expropiación es bastante costosa por ser de regadío una gran parte de los terrenos sumergidos por el embalse, aunque no de los mas apreciados en la localidad, y por ser necesaria además la expropiación de cuatro molinos, que representan una partida importante en el presupuesto alzado de la expropiación.

ARTÍCULO 5.º

Pantano del rio Tus.



Se halla situado en el punto llamado del Palomar, en el rio Tus, y próximo á la confluencia de este con el Segura. El estrecho está formado por dos laderas de areniscas en gruesas capas, inclinadas unos 35 grados en dirección de la corriente. Existe á unos 40 metros aguas-abajo del emplazamiento elegido, un punto en que el estrechamiento es mayor, pero que se ha abandonado en atención á estar muy descompuesta la roca y socavada en la parte inferior, donde se observan numerosos desprendimientos de gruesos bloques, procedentes de las partes elevadas del escarpe.

En el punto elegido, el ancho en la base de la obra es de 18 metros.

En el perfil mismo del emplazamiento no se observan afloramientos de la roca en el fondo; pero existiendo á corta distancia aguas-arriba de dicho perfil y teniendo en cuenta la inclinación de las capas en las laderas en sentido de la corriente, se puede fijar con alguna aproximación en 5 metros la profundidad media del cimiento para tenerla en cuenta en el presupuesto.

En el vaso existen arcillas, arenas y conglomerados, pero se hallan poco extendidas estas dos últimas rocas, por lo que puede considerarse favorable en cuanto á su impermeabilidad, por cuanto si existen filtraciones serán probablemente

locales y no tendrán gran importancia para el objeto principal de la obra.

La galería de fondo, situada en la margen derecha, tiene 40 metros de longitud. En esta obra no se ha proyectado la toma á 20 metros que se vé en los demás proyectos.

En cuanto al vertedero de superficie, ya hemos indicado que en vista de las dificultades que ofrecen las laderas para su establecimiento, se ha reemplazado por una galería circular de 2,80 metros de diámetro y 40 metros de longitud, cuyo acometimiento está 9 metros bajo la coronación, y su desagüe 14 metros bajo la misma; en estas condiciones, funcionará la galería como una cañería de presión forzada, desde el momento en que su embocadura sea cubierta por las aguas, y su gasto deberá calcularse por la fórmula de Darcy  $Y = \frac{K L Q^2}{D^5}$  ó  $Q = \sqrt{\frac{D^5}{K L} Y}$  y que en el caso actual se convierte en  $Q = 32,28 \sqrt{Y}$  siendo  $y$  la carga de agua sobre el centro de gravedad del desagüe, situado á 14 metros de la coronación.

La altura de la presa es de 34 metros y su desarrollo en la coronación 56 metros.

Por las mismas razones tantas veces expuestas no se han incluido en el presupuesto algunos de los medios auxiliares.

En cuanto á la expropiación es de alguna importancia por quedar sumergidos algunos edificios y una pequeña extensión de huerta.

#### ARTÍCULO 6.º

#### Pantano de Taivilla.



Está situado en el rio de este nombre término de Nerpio



provincia de Albacete. Se halla á unos 15 kilómetros de su origen, y recibe tambien las aguas de una rambla de alguna importancia llamada de Royo-Blanco.

Las rocas son calizas compactas en la ladera derecha y algo descompuestas en la superficie las de la izquierda.

Las capas tienen una inclinación de unos 40 grados en sentido de la corriente del rio. La anchura en el fondo del desfiladero es de 15 metros. No se observan en él afloramientos de la roca, pero por la proximidad de las laderas y la disposición de las capas, puede creerse que la roca no se hallará á gran profundidad. Se ha supuesto una profundidad de 4 metros á su cimiento.

Los arrastres del rio son de grava menuda en el lecho principal, pero en la confluencia de la mencionada rambla de Royo-Blanco, se observan guijarros y cantos rodados de mayor tamaño procedentes de la misma.

La altura de la presa es de 32 metros y su desarrollo en la coronación 49,50 metros. La capacidad del vaso es de 15.582.000 y el área horizontal á la altura del umbral del vertedero 500,000 metros cuadrados próximamente. El vertedero de 15 metros de longitud, y cuyo umbral está á la cota de 29,70 metros, se ha situado en la margen derecha así como la galería de fondo cuya longitud es de 66 metros. La toma se ha colocado en la ladera izquierda. La galería á contar desde el pozo, tiene 52 metros de largo. Las tres de acometimiento al pozo, suman un desarrollo de 31 metros y la profundidad de aquel es de 23 metros. Las partes revestidas son las mismas que en todas las demás obras de este género.

La naturaleza del fondo es caliza y en alguno de los barrancos afluentes aparecen en el fondo yesos que se explotan en su parte superior, pero ya fuera del vaso.

En cuanto al presupuesto se ha reducido en la misma forma que todos los demás; se supone que se utilizan los medios auxiliares empleados en las otras obras, y no se incluyen en este presupuesto; se ha consignado una partida para la instalación de 15 kilómetros de línea telegráfica para enlazar

esta obra con la del Puente de los Vizcainos, que es la mas próxima.

También se ha consignado un cierre para el aliviadero de superficie, si bien de poca altura y por lo tanto de poco coste.

Ninguna particularidad ofrece su expropiación, en que las partidas de mayor importancia son las relativas al terreno de huerta, no muy extendido en el vaso y á la expropiación de un molino.

Hemos indicado al estudiar el resultado probable de las obras del Segura, que los pantanos de la región mas elevada comprendiendo en ellos el del Puente de los Vizcainos situado en el rio principal y los del Taivilla y Tus, no deben considerarse como de probada utilidad, toda vez que no pudiendo demostrarse que en casos determinados no puedan ser perjudiciales, y estando alejados de la región que principalmente se trata de defender, no se propone su inmediata construcción. Sin embargo, las consideraciones expuestas en aquel capítulo, indican que no parece muy grave el peligro que ofrecerían y aun puede darse como probable que en la mayor parte de los casos producirían algún beneficio, aún bajo el punto de vista de las avenidas. Pero considerado bajo el aspecto de los riegos, siempre será útil la construcción de alguno ó algunos de ellos, asegurando, en unión del Pantano del Quipar, las aguas necesarias para los riegos de las huertas de Murcia, Orihuela y demás pueblos de la región baja del Segura, en que tan extraordinario interés tienen las aguas y tan grande su escasez en las frecuentes sequías que sufre aquél país con gravísimo perjuicio de sus intereses.

Zaragoza de Agosto de 1886.

El Ingeniero Jefe,

RAMÓN GARCÍA.

El Ingeniero,

LUIS GAZTELU.

esta obra con la del Puente de los Vixcainos, que es la mas proxima

Tambien se ha considerado un cierto para el aliviadero de superficie, si bien de poca altura y por lo tanto de poco coste.

Ninguna particularidad ofrece su exposicion, en que las partidas de mayor importancia son las relativas al terreno de huerta, no muy extendido en el vaso y a la exposicion de un molino.

Hemos indicado el resultado probable de las obras del Seguro, que los pantanos de la region mas elevada comprendidos en ellos el Puente de los Vixcainos situados en el rio principal y los del Tainilla y Tia, no deben considerarse como de probada utilidad, toda vez que no pueden ser demostrados que en casos determinados no puedan ser perjudiciales, y estando alejados de la region que principalmente se trata de defender, no se propone su inmediata

## FIN DE LA SEGUNDA PARTE

consta en el presente de las obras que se proponen en el Puente de los Vixcainos, que no puede darse como probable que en la mayor parte de los casos produzcan algun beneficio, aun bajo el punto de vista de las averduas. Pero considerando el aspecto de los riegos, siempre sera con la construcción de alguno o algunos de ellos, asegurando en union del Pantano del Quipar, las aguas necesarias para los riegos de las huertas de Murcia, Orihuela y demas pueblos de la region baja del Seguro, en que tan extraordinario interes tienen las aguas y tan grande su escasez en las frecuentes sequias que sufre aquel pais con gravissimo perjuicio de sus intereses.

Xaragona de Agosto de 1886

El Ingeniero de

RAMÓN GARCÍA

El Ingeniero

LUIS CASTELLU

PROYECTO

OBRAS DE DEFENSA

CONTRA LAS INUNDACIONES

VALLE DEL SECTOR

TOMO II

MEMORIA

ESTUDIO

DEL LABORatorio DE INVESTIGACIONES

INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS

BOGOTÁ

1962

# PROYECTO

DE

## OBRAS DE DEFENSA

CONTRA LAS INUNDACIONES

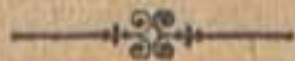
EN EL

## VALLE DEL SEGURA



TOMO III.

## MEMORIA



## APÉNDICE



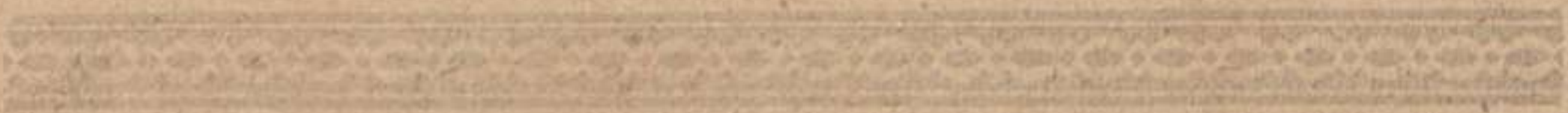
INGENIEROS:

DON RAMON GARCIA y DON LUIS GAZTELU

AÑO 1886

MURCIA.

ESTAB. TIP. DE LAS PROVINCIAS DE LEVANTE.  
1888.



# CANALES DE RIEGO


Generales

Con carácter muy reserado, se han estudiado y formado parte del trabajo, ciertos proyectos de canales o sistemas de riego, cuyas condiciones generales son las siguientes y a las que las razones que los motivan, se refieren por sí mismas, en un caso y en otro, al punto de vista que se nos ha ido encareciendo por la superabundancia de las obras que se han hecho en estos últimos años, para dar cumplimiento a las necesidades de riego, que se han ido produciendo y procediendo con creces, en el estudio de las obras de riego, en las que se ha de tener en cuenta, no solamente el número de canales que se han de construir, sino también el papel que le es propio en el conjunto, que forman parte de un sistema de riego, en la vista, por la necesidad de tener en cuenta la época relativa de su construcción.

No estamos interesados en saber cuáles sean las condiciones de este procedimiento, pues si bien se han hecho algunos trabajos de campo y de gabinete que pudieran haber servido de base, no han sido suficientes para que nos haya permitido estudiar la elasticidad en la elección de los medios, y el estudio posterior ha hecho que recibamos bastantes datos, no obstante, cuando se trata de detalles y aun abandonando el estudio de algunas obras como los pantanos del Velez y de las minas.



# CANALES DE RIEGO



## Generalidades.



Con carácter muy secundario, se han estudiado y forman parte del trabajo, algunos ante-proyectos de canales ó acequias de riego, cuyas condiciones generales exponremos y á la vez las razones que los motivan. Al recorrer por primera vez un país y estudiarle bajo el punto de vista que se nos habia encomendado por la superioridad, no era posible elegir con acierto las obras que deben formar parte de un plan tan complejo y difícil; debimos, pues, fijar solamente la índole de las de cada localidad y proceder con cierta amplitud á su estudio, en la creencia de que solo después de un maduro exámen que debía hacerse en el gabinete, y con numerosos datos á la vista, podria señalarse á cada una el papel que le era propio en el conjunto, sus dimensiones y hasta la época relativa de su construcción.

No estamos arrepentidos de haber seguido constantemente este procedimiento, pues si bien se han hecho algunos trabajos de campo y de gabinete que pudieran haberse evitado, no han sido inútiles, por cuanto nos han permitido cierta elasticidad en la eleccion de los medios, y el estudio posterior ha hecho que rectificáramos bastantes juicios, modificando formas y detalles y aun abandonando el estudio de algunas obras como los pantanos del Velez y de las Minas.

El verdadero afán con que en el país se aprovechan las aguas turbias ó tarquines para el riego, nos hizo comprender que á semejanza de lo que se practica en el Midonze, el colmataje pudiera ser favorecido con ligeras estacadas de zarzos y maleza, y como medio de levantar progresivamente las márgenes, uno de los medios mas fáciles y económicos de contener dentro de sus cáuces las avenidas ordinarias y mejorar mucho las cosas respecto á las extraordinarias; y aun cuando este método no sea aplicable á las huertas de Murcia y Orihuela, sobrado altas para regar con el extenso sistema de acequias que hoy tienen, pudiera tener aplicacion muy racional y propia al campo de Sangonera, sometido hoy á un riego eventual y por medios que á toda costa deben desaparecer.

La riqueza misma de estos limos, capaz de producir como en Lorca dos ó tres magníficas cosechas, cada vez que se consigue repartir sobre el terreno una capa de aguas turbias, aconseja extender á la mayor área posible estos beneficios que á la vez, y aunque en pequeña escala, contribuyen á impedir la reunión de las aguas en los cáuces.

Por otra parte, la feracidad natural del valle de Lorca á Murcia y de los campos de Murcia, Fuente-álamo y Cartagena, sus formas regulares, la gran extensión á que es posible llevar casi sin preparación ni gasto alguno en el terreno, esta gran mejora agrícola, y la incomparable vegetacion de aquellas llanuras en los años abundantes de aguas ó en las pequeñas zonas que á gran coste pueden disponer de alguna pequeña cantidad de aquella, razones son bastantes á nuestro juicio, para motivar el pequeño trabajo que presentamos en cuanto al propósito y la manera con que se hace.

Sabido es que el pantano de Lorca, destinado al riego de una extensa vega, no solo produce grandes beneficios respecto al mismo, sino que modifica profundamente la manera de ser de las avenidas del rio; esto se ha visto en el país respecto á la gran riada de Mayo de 1884 y se demuestra aquí al hacer su estudio. Si, pues, esta obra tiene á la vez



estos dos aspectos marcadísimos de utilidad y si además se propone la rehabilitación del de Val-de-Infierno y la construcción de otro nuevo para coadyuvar, con el anterior, á la regularización de las avenidas del Guadalentín, natural parece que tratásemos de dotar á estos del segundo aspecto de su utilidad ó sean los riegos con aguas turbias.

Es indudable que una de las mas graves dificultades para la regularizacion del caudal de los rios por medio de embalses, proviene de que los gastos que originan superan con frecuencia á las utilidades, que solo á plazos relativamente largos, pueden ofrecer estas obras miradas bajo aquel aspecto; no es pues, extraño, que independientemente de otras dificultades, que pueden tambien presentarse en casos dados, los estudios hechos recientemente en Francia hayan dado resultados poco halagüeños para el sistema. Pero, si por una parte no se hubiera tratado de aplicarle á los mayores rios de la Francia, y por otra tuviera allí una aplicacion tan lucrativa como los riegos de aguas turbias en Murcia, es muy probable que las investigaciones hechas hubieran dado resultados diferentes, y buen ejemplo de esta múltiple utilidad y de sus resultados le tenemos en el pantano del Flurens y probablemente tambien en los estudios que últimamente está practicando en el Pirineo el ingeniero Mr. Puissant, á quien tuvimos ocasión de oír expresarse en el sentido mas favorable respecto al proyecto que estudiaba, y que tiene por objeto aumentar con el agua de avenida el caudal de los rios de los altos Pirineos con destino al riego, recreciendo para ello, artificialmente, algunos lagos naturales.

De todos modos, las consideraciones expuestas, y el hecho indudable de que no hay vaso que no modifique profundamente el régimen de un rio de ciertas y determinadas condiciones y magnitud; ni tampoco un vaso, que, con perder poco de su poder regulador, no pueda almacenar grandes volúmenes de agua, son á nuestro modo de ver razones suficientes para aconsejar este modesto y pequeño trabajo, que á tan poca costa dá á conocer la trasformacion que en

el porvenir pudieran traer las obras hechas con el propósito de atenuar las inundaciones.

Aclarando algo mas esta idea, diremos que cualquiera que sea el procedimiento general empleado para evitar ó disminuir los efectos de las inundaciones, no le creemos realizable, sino en muy raros casos, si á la vez no tiene algun otro objeto de utilidad propia, que dadas las condiciones de aquel país no puede ser otra que la de los riegos.

Si así no fuese, si estuviésemos equivocados en esta apreciación, obligados como estamos á presentar á la superioridad el trabajo que tuvo á bien encomendarnos, hemos debido redactarlo en casi todas aquellas condiciones que hemos creído le hacian posible y útil al país; solo así podíamos secundar debidamente sus propósitos y cumplir con el ineludible deber de exponer nuestras ideas, tal cual las vemos y las sentimos.

Haremos, pues, en este artículo un ligero estudio de conjunto, y dejando los detalles para cuando se describan las condiciones especiales de cada trazado, nos limitaremos al exámen de las pendientes, secciones, velocidades, taludes, etc. etc. que son comunes á todos ellos.

Principiaremos por el exámen de la cantidad de agua necesaria para el riego, y como la mayor es la relativa á las aguas turbias, puesto que este tiene que hacerse en un corto número de días al año, á este ceñiremos principalmente nuestra observación, en la seguridad de que las dimensiones á que hemos de llegar han de ser superiores á las correspondientes al riego ordinario.

Cuando cada dos años puede extenderse sobre el terreno una capa de agua de 20 á 30 centímetros de espesor, no solo perecen todas las malas semillas y desaparecen de la superficie las sales que en mas ó menos cantidad son siempre dañosas á la vejetación, sino que el abono es lo bastante para que esta se desarrolle con lozania.

Ahora bien; la superficie situada bajo el trazado del canal de Tercia, comprende 22 mil hectáreas; de las cuales descontando lo que ya se riega, lo que ocupan pueblos, caminos,

cáuces, etc. y la parte á la que no podria aplicarse el riego, reducimos á 16 mil los 48 millones de metros cúbicos, que bastan para cubrir toda esta superficie con una capa de 0,30 metros y de consiguiente en 39 dias podrian aplicarse las turbias á toda ella con un cáuce capaz en su origen de 14 metros por segundo.

Un cálculo semejante dá para el canal de la márgen derecha, cuya capacidad es de 5 metros y cuya zona regable no llega á 6000 hectáreas, otro período de 14 dias y en cuanto al que vá en direcci6n de los campos de Murcia y Cartagena, como su zona puede, en cierto modo, considerarse como indefinida ó limitada solo por el agua disponible le asignamos igual número de dias.

Aun cuando aumentamos estos números en  $\frac{1}{5}$  para subsanar las pérdidas de agua por todos conceptos, resultaria que la operaci6n seria posible y completa, siempre que en el plazo de 2 años y en varias épocas, llévase el rio durante 47 dias aguas turbias en cantidad bien pequeña con relaci6n á cualquiera de sus avenidas.

Se prescinde en este cálculo del agua que en el cáuce podria introducirse procedente de las ramblas que en la márgen izquierda del valle le atraviesan y tambien de todas las confluencias del rio entre el origen del valle y la toma del canal de derivaci6n, aguas que ciertamente no son despreciables, pues abarcan una longitud de cuenca de 35 kilómetros. Estas aguas bastarian quizás por si solas para dar su dotaci6n á los canales de la márgen derecha y entonces bastaria desviar en Lorca y por la toma de Tercia 14 métr6s cúbicos de agua por segundo durante 24 dias al año.

Observaremos que el empleo de las aguas turbias puede hacerse en todo tiempo, pues es una superficie tan extensa y tratándose de un cultivo basado en los cereales hay siempre numerosas parcelas en estado de barbecho; los arbolados nada tienen tampoco que temer de una submersi6n temporal y corta y por consiguiente son aprovechables las turbias del

rio en toda época y cualquiera que sea su cantidad. Otro tanto puede decirse de las aguas de rambla que pueden introducirse, y todas estas circunstancias dan notables facilidades para hacer la operación con mayor amplitud de la aquí impuesta.

De todos modos, aun contando solo con las aguas del rio en Lorca, el volúmen necesario en 24 dias para dar la dotación completa á los canales ó sea 24 metros cúbicos por segundo, asciende á 49 millones de metros, con los cuales podrian abonarse cada año cerca de 17 mil hectáreas en los dos márgenes, vertiendo una capa de agua de 0,30 metros. Veamos ahora si podemos disponer de este volúmen.

En el primitivo proyecto redactado para la reparacion del pantano de Puentes, se asigna al Guadalentín una cuenca de 1.500 kilómetros cuadrados encima de la obra; se toma despues una capa de lluvia de 0,10 metros aprovechable para la corriente, libre ya de pérdidas de toda clase; y se obtiene el volúmen de 150 millones de metros como embalse en el pantano.

La que ya tiene derechos adquiridos en Lorca reduce este volúmen á 131 millones; y como no toda ella podrá ser retirada por el vaso, pues en las avenidas habrá necesidad de dejar salir una parte, para que la obra no pueda ser rebasada, esto reduce de nuevo el volúmen hasta 65 millones ó sea la mitad. Pero las cuencas del Velez y el Luchena que se reunen en Puentes para formar el Guadalentín, son próximamente iguales; luego bastará el primero para dar al Pantano la dotación de agua que se supone podrá dominar y que necesita. Quedan por tanto disponibles otros 65 millones procedentes del Luchena, volúmen sobrado para el riego de aguas turbias de que estamos tratando y este podrá ser almacenado entre los vasos de Val-de-Infierno y Agua-amarga, cuya cabida una vez limpio el primero es de 52 á 55 millones; téngase en cuenta que se trata aquí de los años ordinarios, pues en otro caso, y cuando tuviese lugar una de esas grandes avenidas, si los vasos no pueden dominarla por completo, y tiene que dejar salir el agua por

sus aberturas, no es menos cierto que al final de ella los vasos quedarían llenos y en disposición de suministrar el agua calculada que es de lo aquí tratamos.

Lo dicho creemos que basta para demostrar la posibilidad de la operación del colmataje; puesto que la capa de agua de 0,30 metros se considera suficiente en el país, porque el volúmen necesario lo tiene disponible el río y porque los vasos proyectados dan medios de hacer la distribución de una manera práctica.

No creemos fácil indicar ni aun con cierta aproximación, el volúmen de agua que podrá darse á estos canales con destino al riego ordinario, pero haremos algunas indicaciones apoyando la creencia de que esta aunque no grande puede ser muy productiva.

Admitiendo los 1.500 kilómetros cuadrados supuestos á la cuenca del río en Puentes, pero teniendo en cuenta que la lluvia anual en Murcia ha sido en dos quinquenios 38 y 41 centímetros y que en las montañas de Lorca debe ser mayor, es racional modificar el dato relativo á la capa de lluvia aprovechable en el río, que es solo la cuarta parte del agua llovida. Verdad es que las lluvias menudas dan muy poco contingente al río y otro tanto sucede con las del verano, pero unas y otras son raras en el país y entran por poco en la altura de la capa de lluvia anual.

Con aumentar solo hasta 0,15 la capa de agua aprovechable ó sea elevada á poco más de  $\frac{1}{3}$  de la llovida en Murcia, el Luchena en sus 750 kilómetros de cuenca dá 112 millones al año, del que si descontamos los 49 millones necesarios para el riego de aguas turbias, y aun 20 millones mas á los que suponemos sea necesario dar salida en las avenidas, quedarían mas de 40 millones para el riego ordinario, que aplicado en los meses comprendidos entre Marzo y Setiembre dá algo mas de dos metros cúbicos por segundo.

Este caudal deberia concretarse para que las pérdidas fuesen menores; y estableciendo turnos para el riego, como generalmente se practica por los sindicatos encargados de

la equitativa distribución de las aguas, podrían regarse en las inmediaciones de los pueblos, extensiones bastantes para que el agua de riego conservase el elevado precio que hoy tiene en aquel país y que demuestra su gran utilidad según hemos dicho al tratar de las producciones del país.

La sección transversal de un canal tiene que cumplir con determinadas condiciones que no siempre pueden ser todas ellas satisfechas y que es necesario conocer para tratar de conseguirlo en lo posible. Las principales son; primera, que con una superficie dada sea un mínimo el perímetro mojado: segunda, que la inclinación de las márgenes esté en relación con la resistencia del terreno: tercera, que la profundidad no sea pequeña ni excesiva: cuarta, que la sección permanezca constante en largos trayectos y vaya reduciéndose en proporción al volumen de agua que vá quedando en el canal y que reducen las tomas sucesivas; y quinta, que la caja esté en lo posible abierta en desmonte.

La primera condición quedaria satisfecha con una forma semicircular, pero esto no es posible por la rigidez que dá para los taludes en la parte superior, precisamente donde la mayor velocidad del agua hace mas fácil la socavacion.

Entre las formas poligonales el semicuadrado es la que para una superficie dada tiene menor perímetro, pero tampoco es aceptable por la verticalidad de sus paredes y únicamente puede emplearse en los cáuces revestidos.

La condicion segunda exige que las márgenes sean indicadas, y conduce á las formas trapezoidales; en estas si es dada la inclinacion, el perímetro es un mínimo cuando la longitud de la cara de aguas es igual á la suma de los taludes, y si la inclinación es indiferente el mínimo corresponde al semi-exágono regular.

Estas dos últimas formas pudieran adoptarse en pequeños canales; pero cuando el caudal es algo considerable la profundidad que resulta para el agua es demasiado grande.

Vemos, pues, que ninguna de las formas que dá un mínimo para la resistencia al movimiento del agua, cumple con las restantes condiciones; pero siendo notable su utilidad

puesto que corresponde al mínimo de gasto de escavación, racional parece elegir aquella que cumpliendo con las restantes condiciones se aproxime mas á la capacidad citada.

La inclinación de los taludes debe proporcionarse á la resistencia del terreno evitando así desprendimientos que alterarían la forma de la caja y las condiciones de la corriente, pero dicha forma no puede ser muy variable sin que la alteración, que á cada paso sufriría la corriente, produjese choques, pérdidas de velocidad, y denudaciones de las márgenes; lo natural parece, pues, adoptar para cada trozo ó seccion de cierta longitud la correspondiente al terreno mas flojo que por punto general es aquel en que la caja vá en terraplén ó en la tierra compacta. El talud de 1 ó 1,50 de base por uno de altura es el que generalmente se adopta, y cuando por cualquier causa hay necesidad de alterarlo, suele hacerse el cambio, en el emplazamiento de una obra de fábrica, un salto etc.

Conviene observar á este propósito que en las acequias ó pequeños canales, pocos años despues de su construcción y cuando ya se ha consolidado el terreno por el crecimiento de hierbas ó maleza en sus márgenes, la seccion toma ordinariamente una forma parabólica y este hecho que constantemente se observa, está de acuerdo con la ley de las velocidades á diferentes alturas y á él contribuye indudablemente tambien, la manera con que se practican las mondas; es lo cierto, que á pesar de las fuertes inclinaciones; que las márgenes tienen en su parte elevada, se conservan sin grandes desperfectos; lo cual parece en cierto modo aconsejar no llevar muy lejos las exigencias en este punto por que en definitiva suele venirse á parar á la forma indicada.

El nivel del agua no puede llegar hasta el borde superior del paseo ó banqueta sin correr el peligro de un desbordamiento que destruiría la caja y produciría inundaciones; nosotros damos la anchura de 0,50 metros á este paseo para evitar las filtraciones y le colocamos á 0,50 sobre el nivel de las aguas turbias.

Conviene además dejar en los desmontes una banquetta, superior al nivel en la cual se depositan las tierras desprendidas del talud, que en otro caso obstruirían la sección: así esta, como el paseo hemos procurado colocarlos de manera que el cáuce tenga la capacidad correspondiente á las aguas turbias. A este fin debe hacerse la explanación en dos épocas: en la primera, los terraplenes y desmontes, dejando la rasante á la altura del nivel de las aguas claras y una vez consolidados los terraplenes se abrirá la caja del canal á la manera que se hace en las carreteras, empleando sus productos en el recrecimiento de la misma para darle las dimensiones que figuran en los planos y que son las definitivas. La banquetta queda entonces á la altura del nivel máximo y el paseo 0,50 metros mas elevados; así la lámina de agua tiene el juego suficiente para que en ningun caso pueda salvar el paseo.

La profundidad del agua en el canal no puede ser muy pequeña por que á poco considerable que fuera el gasto, su forma se separaria mucho de las que dan el mínimo de resistencia; y por que las tomas de cierta magnitud exigirían anchuras desproporcionadas; tampoco puede ser muy grande por el corte de las mondas y de manejo propias de las tomas con una gran carga; metro y medio á dos metros parecen las dimensiones convenientes para canales de magnitud media ó pequeños, como son los que se estudian y entre estos límites caerían las que nosotros hemos adoptado.

Conformes con lo expuesto, las secciones que se proponen se consignan y detallan en la lámina primera, además de las generales las hay especiales para obras de fábrica; son rectangulares y su anchura es la media entre las del fondo y superficie; otras se emplean en los desmontes largos y en roca; sus márgenes son mas rígidas y mayor la velocidad del agua, y esto reduce el cubo de los desmontes; hay otra, por fin, rectangular y se emplea en un túnel y los puentes metálicos; en todas ellas se consignan y acotan sus principales dimensiones, sus pendientes, velocidades y gastos por segundo.



Examinados el volúmen de agua que debe llevar el canal y la forma de la sección, debemos ocuparnos de la pendiente y su velocidad, cantidades ambas tan íntimamente relacionadas que no es posible tratarlas con absoluta separación, como hemos hecho respecto de la sección cuya forma, aunque poco, también influye en las diferentes velocidades que el agua adquiere.

Bajo tres aspectos principales puede influir la pendiente en el trazado; es el primero y principal el de la velocidad que ella puede ocasionar á la corriente, el segundo tiene relación con la superficie que inferior al trazado es susceptible de recibir el riego, tanto mas extenso cuanto menor es aquella; y el tercero las dificultades de construcción que el terreno puede ofrecer según la altura á que vaya la traza, y en la cual pueden influir las pendientes adoptadas.

El área ó superficie regable tiene en estos proyectos escasa influencia en la cuestión; ella es ya muy extensa y además la inclinación longitudinal de la ladera en que se apoyan es sobradamente fuerte y exige la adopción de frecuentes saltos verticales. No es lo mismo respecto á las dificultades que el terreno presenta según la altura á que se coloca la traza en los canales; pues hay algunos como el de la margen derecha y el que vá en dirección á los campos de Cartagena, en que el paso de algunos collados es una dificultad para la adopción de ciertas pendientes; en estos el límite de ellos no excede de 0,30 metros por kilómetro, al par que en el de la margen izquierda en que no hay estos obstáculos llega hasta el doble. De todos modos, si se juzgase pequeña la mencionada pendiente fácil sería su corrección en el proyecto definitivo pues siendo muy uniforme el terreno, las variaciones en la traza serían pequeñas y en algunos de los saltos propuestos pudiera ganarse gran parte de la diferencia de altura entre los trazados.

Así y todo la velocidad llega á 0,69 por segundo, igual á la adoptada para el canal del Orbigo en el proyecto del Ingeniero Sr. Martinez Campos.

En los de Tercia y Rotas, las pendientes principales varían

entre 0,5 y 0,6 por kilómetro y las velocidades medias entre 0,92 y 1,05; pero estos cáuces no llevarán su dotación completa sino cuando las aguas sean turbias y entonces saturadas ya de materias en suspension, tienen excasa acción sobre el fondo y paredes; las mencionadas velocidades no son pues de temer, dada la resistencia y clase de los terrenos que se atraviesan, cuando son turbias y las velocidades serán menores cuando discurran por el cáuce las aguas claras puesto que entonces su dotación tiene que ser mas reducida.

Marcados así los límites en que puede encerrarse la velocidad y conocida la forma de la sección para hallar la pendiente, hemos empleado la fórmula que Ganguillet y Kuter aplican al caso general en la que entran la velocidad media  $V$  el radio medio  $R$  y la pendiente  $I$ , esta es:

$$X = \frac{23 + \frac{0,00155}{I} + \frac{1}{u}}{1 + \frac{u}{\sqrt{R}} \left( 23 + \frac{0,00155}{2} \right)}$$

$$X = X \sqrt{\frac{R}{I}}$$

siendo  $u$  un coeficiente á que solo afecta el grado de aspereza de las paredes y que varia entre 0,01 y 0,035 para siete casos distintos.

Para los valores de  $u$  iguales á 0,025 y 0,030 correspondientes á paredes de tierra mejor ó peor conservadas, y que son los mas frecuentes en la práctica, consigna Nazani en su hidráulica (libro 5.º) dos estados en los que aparecen el de  $X$  para diversos valores de la pendiente y radio medio, y estos valores y mas frecuentemente el del segundo cuadro son los que hemos empleado en el cálculo de las velocidades.

Algunos tanteos fáciles de hacer han permitido, variando la pendiente, encontrar una velocidad comprendida entre los límites indicados y una vez hallada se ha adoptado la que le corresponde, redondeando los resultados para hacer mas rápido el cálculo de las ordenadas rojas de los perfiles.

Dadas estas velocidades necesarias para que los lógamos no formen depósitos en el canal, se ha procurado que la traza vaya en desmante siempre que ha sido posible, y cuando no, se construye por completo, y luego de consolidado se abre en él la caja recreciendo con sus productos el paseo. La cubicación de las obras de tierra comprende, pues, dos partes; en la primera figuran los volúmenes necesarios para establecer la rasante á la altura del nivel de aguas turbias y en la segunda el de la caja, siempre en desmante y constante, en tanto que la sección no varíe.

Para el cálculo de los movimientos de tierras se han empleado el procedimiento gráfico debido á Mr. Siegler que á su gran rapidez reúne la exactitud necesaria para trabajos de esta naturaleza, y para la investigación de las distancias medias de transporte el de Mr. Brüchner, del que se detalla su aplicación al hablar del canal de derivación de Totana.

Los trazados atraviesan algunas ramblas ú hondonadas donde precisa construir obras de fábrica para el paso de las aguas de lluvia; se han elegido ordinariamente los modelos de la colección oficial, así en los pasos superiores como inferiores; la caja del canal en estos puntos se proyecta de mampostería hidráulica y de forma rectangular y en cuanto á los pasos á nivel, ó se proponen encauzamientos que permitan á la rambla atravesar el canal por debajo, lo que no es difícil dadas las pendientes transversales del terreno, ó en otros casos y cuando conviene rebajar el trazado, se proyectan saltos á lo largo de la rambla y en sus inmediaciones que permitan el cruce aguas-abajo mediante un paso superior.

Tales pueden ser las condiciones de algunos de ellos que permitan introducir en el canal sus aguas sin peligro; pero esta solución debe ser meditada y adoptarse solo cuando su caudal máximo fuere pequeño, lo mismo que sus arrastres; deberian además tomarse las disposiciones necesarias para que el agua excedente pudiera salir del cáuce y esta no pudiera desbordar sino en el punto dispuesto para ello.

También podria estudiarse la construcción de depósitos superiores en los que las aguas se purgarian de las materias

sólidas antes de llegar al canal, bastando entonces pequeñas obras para atravesarle: algunos de estos han dado buenos resultados en los Alpes.

Como los trazados siguen la dirección de los valles y su pendiente es menor que la de estos, se proyectan en algunos sitios saltos en el trazado que puedan ser de utilidad en la industria, pero aun cuando todos ellos fueran útilmente aprovechados, ne se podría evitar la construcción de un cáuce con grandes pendientes ó cascadas para echar por él las aguas sobrantes ó todas ellas en determinadas circunstancias.

Se ha procurado situar estos trayectos en aquellos puntos en que una fuerte inclinación de la ladera podría reducir la longitud y en que á la vez el terreno es por punto general de roca de consistencia bastante que permita prescindir de costosos revestimientos; por si esto no fuese siempre factible se consignan en presupuestos los volúmenes de mampostería hidráulica necesarios para revestir el fondo y paredes del canal y construir los muretes que han de formar los saltos.

La cubicación de esta obra se ha hecho aplicando una fórmula que dá el volúmen por metro lineal en función de la altura total de los saltos.

Para el cruce de algunas ramblas anchas y profundas se proyecta una canal metálico de sección rectangular y gran pendiente; la velocidad que en ella toman las aguas permite reducir sus dimensiones y coste; para moderarlas antes de entrar de nuevo en el canal, se proyecta á la salida de la obra un depósito de mampostería de paredes irregulares contra los cuales chocará el agua y amortiguará su velocidad; la salida de estas hácia el cáuce se verifica por una abertura lateral, y el agua sale sin la velocidad anteriormente adquirida.

El enlace de la parte metálica con la mampostería de los estribos, se hace mediante secciones de cilindro de gruesa chapa de hierro colocados en el fondo y paredes; su facultad de plegarse permite la dilatación y á la vez impide las

filtraciones ó escapes de agua; es un procedimiento semejante al empleado para el enlace de los tubos del sifón del Paul; los detalles que se dán en la lámina (17) excusan mayores explicaciones.

Se proyectan dos modelos de puentes-canales, el número uno es un tramo de 30 metros de luz y el número 2 de tres tramos de 36 metros.

La sobre carga contando con el peso propio de los tramos es de 2,500 kilogramos por metro lineal.

Los momentos de flexión, el esfuerzo constante y el movimiento de inercia aproximado de la viga en I de un tramo: son

$$M = \frac{1}{2} p \ell (l - \ell)$$

$$A = \frac{1}{2} p l - p \ell$$

$$I = \frac{1}{2} a b H^2$$

siendo  $a = 1,^m 0$  ancho de la cabeza;  $b$  su espesor;  $H = 3,^m 0$  altura de la viga. Sustituyendo estos valores en la fórmula general se obtiene:

$$C = \frac{M}{R a H} = \frac{\frac{1}{2} p l (l - \ell)}{R a H}$$

Con estos datos se obtiene el diágrama de composición de la viga en el que pueden verse los resultados; y en las cubicaciones de esta obra se presenta el cálculo del peso.

En el cálculo de la viga de tres tramos hemos empleado un método gráfico deduciendo de las construcciones descritas en la memoria de Mr. Hausser.

(An. des Pet Ch Oct.º 1885.)

Se supone la sobre carga anterior concentrada en cuatro puntos y determinando las reacciones de los apoyos, 1, 6 y 7 en el supuesto de ser los tramos independientes; se ha trazado el polígono funicular de estas fuerzas relativas al polo O. (lámina 17.)

Se ha llevado sobre la vertical del apoyo y en sentido de las


fuerzas y negativas el valor de  $\frac{M}{H}$ , y uniendo el extremo de esta recta con el origen de la viga, se tiene un pólígono funicular de equilibrio que goza de la propiedad de que las partes de ordenadas interceptadas en su contorno, representen los verdaderos momentos de flexión, que trasportado verticalmente hasta apoyarse en el eje darán la curva de flexiones buscada. Trazando por el polo O. una paralela á la línea de cierre del polígono, se obtienen las reacciones de los apoyos 1' y 6'.


Los esfuerzos cortantes sobre los apoyos se obtienen llevando horizontalmente á la derecha de los mismos, el valor de H y trazando desde su extremo paralelas á los lados extremos del polígono funicular.

Todas estas construcciones se demuestran fácilmente, por el teorema de los tres momentos; se calcula el de flexión sobre el segundo apoyo que es  $M = 324,000$  kilogramos de donde  $\frac{M}{H} = 40300$  tomando para  $H = 3,^m 0$  como anteriormente; el valor de  $a$  es también  $1,^m 00$ .

Obtenidas las curvas de los momentos y de los esfuerzos cortantes se traza con facilidad el diagrama de composición de las vigas, en el que se consignan los resultados, y en las cubicaciones aparece también el cálculo del peso de los tramos.

Las pilas son metálicas á excepción de un zócalo de fábrica; están compuestas de bastidores de 2,80 metros de altura y 1,50 por 1,50 de base y cada uno se compone de 4 mon-

tantes de la forma  arriestrados horizontalmen-

te por piezas en  atirantadas en las caras verticales y según las diagonales del sólido, y se ha calculado el peso de un bastidor para formar su presupuesto alzado.

Los presupuestos se han redactado aplicando á las cubi-  
caciones los precios elementales que figuran al principio y  
que son comunes á todos los canales, y al final de cada pre-  
supuesto general se ha consignado la partida correspondien-  
te á las expropiaciones.

No figuran en ellos los gastos de construcción de las ace-  
quias secundarias; pues su proyecto hubiera dado ocasión á  
largos trabajos de campo y gabinete que no estarían moti-  
vados en un ante-proyecto ligero como es el que se presenta;  
puede tomarse sin embargo, como tipo de coste de las relati-  
vas al canal de Urgel que es el 19 por 100 del canal principal  
y entonces los presupuestos de obras deberian aumentarse  
próximamente en  $\frac{1}{5}$ .

Para terminar, y en prueba de la conveniencia del sistema  
seguido al estudiar en el campo tan numerosos elementos  
diremos que los trabajos de gabinete, nos han hecho ver la  
conveniencia de variar la toma del canal de Tercia, lleván-  
dola á la presa de los Paretones, donde tiene su origen el  
canal de derivacion

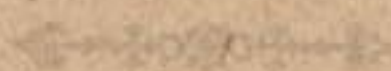
Esta variante enlazaría con el trazado propuesto hácia la  
alineación (121.)

Tendria 8,50 kilómetros de longitud y se desarrolla en un  
terreno sumamente llano; su conveniencia es pues indiscu-  
tible y se detallará al hacer descripción especial de esta obra.



# CANAL DE TERCIA

de la margen izquierda del Guadalquivir



A 170 metros aguas-abajo del puente sobre el Guadalquivir en la margen izquierda, tiene origen por su margen izquierda y mediante una toma sólida y bien dispuesta, la acción llamada de Tercia, cuyo cauce revestido y con formas regulares en su principio, está bastante deteriorado en el resto hasta unos 6 kilómetros, a que aproximadamente se extiende, según de la parte de aguas-abajo en dicha margen.

En consecuencia no pasan el origen de 16 metros por segundo y algunas variaciones, que ciertamente no serían costosas permitieron extender el riego actual y llevar el beneficio de las aguas turbias a toda la zona W del valle de Murcia.

Esta idea concebida en cuanto tuviese ocasión de ver el país y conocer el gran partido que allí se obtiene, con el empleo de los turbinas, se robusteció en nuestro ánimo al observar que no solo podría tener dicha derivación provechosa el objeto indicado, sino otros dos muy relacionados con el principal que aquí se estudia, y al que podría contribuir eficazmente.

En efecto, al llegar el Guadalquivir al campo de Sargueros que precede a la huerta de Murcia, el río ha modificado su profundo cauce, convirtiéndose en otro en que sus márgenes son apenas visibles, y en el que la corriente diverge con



---

# CANAL DE TERCIA

ó de la margen izquierda del Guadalentín,



A 170 metros aguas-abajo del puente sobre el Guadalentín en Lorca, tiene origen por su margen izquierda y mediante una toma sólida y bien dispuesta, la acequia llamada de Tercia, cuyo cáuce revestido y con formas regulares en su principio, está bastante deteriorado en el resto hasta unos 6 kilómetros, á que próximamente se extiende, regando la parte de vega situada en dicha margen.

Su capacidad no baja en el origen de 16 metros por segundo y algunas reparaciones, que ciertamente no serian costosas, permitirian extender el riego actual y llevar el beneficio de las aguas turbias á toda la zona *N* del valle de Murcia.

Esta idea concebida en cuanto tuvimos ocasion de ver el pais y conocer el gran partido que allí se obtiene, con el empleo de los tarquines, se robusteció en nuestro ánimo al observar que no solo podria tener dicha derivación prolongada el objeto indicado, sino otros dos muy relacionados con el principal que aquí se estudia, y al que podria contribuir eficazmente.

En efecto, al llegar el Guadalentín al campo de Sangonera que precede á la huerta de Murcia, el rio ha modificado su profundo cáuce, convirtiéndose en otro en que sus márgenes son apenas visibles, y en el que la corriente divaga con

facilidad. Allí, como repetidas veces hemos dicho, principian los desbordamientos y los peligros para toda la ribera que le sigue y allí también las aguas turbias tendrían una provechosa aplicación elevando las márgenes. Pero no es esto solo: el verdadero afán con que se aprovechan los tarquines hace que los labradores del Sangonera rompan la pequeña margen del río por mil puntos á la vez, y estas roturas son otros tantos caminos que facilitan á las aguas el desbordamiento y la invasión de las huertas; solo dando este mismo por otro punto distinto podría cortarse este inconcebible abuso que hasta hoy al menos no ha habido medio alguno de corregir, y que como decimos tiene una capital importancia en las inundaciones de esta zona, la mas rica y productiva de todo el valle del Segura.

Dos aspectos principales tiene por tanto la obra que nos ocupa; el primero elevar por el colmataje las márgenes del Guadalentín á su entrada en los campos de Sangonera y cortar á la vez la rotura tan perjudicial de estas márgenes; y el segundo aprovechar para el riego de este magnífico valle de Lorca las aguas de avenida retenidas en los pantanos que arriba existen ó se proyectan; si á todo ello agregamos las facilidades con que el terreno se presta á su construcción, creemos no ha de ser perdido el trabajo y el tiempo empleado en el estudio, y mas si se observa que todo ello está limitado á dar una idea aproximada de la utilidad de la obra y de su coste.

Las sierras del Baño, de Tercia y los últimos estribos de la de Espuña por el N., y las de Almenara y Carrascoy por el S. limitan este valle, que en dirección rectitinea, comprende los 80 kilómetros que separan á Puerto de Lumbreras de Murcia; su forma general queda definida por las rápidas vertientes de las sierras, la extensa planicie que las enlaza y los accidentes poco notables que alteran sus formas regulares, y que casi siempre son debidos á la acción de las aguas procedentes de las ramblas que desaguan en el Guadalentín, colector general de este valle en cuyo thaleweg se ha abierto su lecho.

Estas acciones son muy diversas en los diferentes puntos del valle y desde su origen, formado por el gran cono de deyección de la rambla de Nogalte, hasta los profundos cáuces abiertos en la llanura por las ramblas de Librilla, Belén y otras situadas ya cerca de Murcia, puede decirse que se hallan todos los estados de tramisión. Así, se observa que las ramblas que afluyen entre su origen y Lorca, tienen un marcadísimo carácter torrencial, sus depósitos de gruesos cantos, guijarros y arena forman extensos conos en plena formación y la ladera puede decirse que está toda ella formada por conos sucesivos mas ó menos enlazados.

Desde Lorca hasta Totana la misma tendencia domina, pero las ramblas y sus arrastres van perdiendo su importancia, sin que dejen de presentarse también extensos conos que accidentan ligeramente la planicie y que en estos tiempos debieron formarse con idéntica actividad que hoy se observa en los primeros.

Desde Totana hasta Murcia la trasmisión indicada continua gradualmente y los accidentes de la ladera llegan á ser precisamente inversos, pues los conos de deyección han sido sustituidos por anchos y profundos cáuces que en el valle han abierto las ramblas ya nombradas.

El canal principia en Lorca y comprende las segunda y tercera zonas; se desarrolla por la ladera izquierda al pié de las sierras de Tercia y Espuña y salva con facilidad y sin obra alguna notable en su primera parte, los accidentes mencionados; el paso de las ramblas se hace con facilidad, pues la pendiente general del valle, muy superior á la del trazado, dá la necesaria amplitud para situar el cáuce en aquellos puntos que mayor facilidad presentan.

A pesar de todo, el trozo de acequia de Tercia, que ya existe, y cuya reparación se propone, revela dificultades con que habia que luchar para conservar en buenas condiciones un canal que frecuentemente es invadido y aun salvado por las aguas y los arrastres de las ramblas que atraviesa; la permeabilidad del terreno que recorre ocasionará pérdidas de agua no despreciables, y estas dos graves dificultades

nos han hecho pensar que acaso pudiera evitarse la construcción de este primer trayecto y aun parte del siguiente; para lo cual bastaría situar la toma 20 kilómetros mas abajo, en la presa de los Paretones frente á Totana, obra que de todos modos debe construirse para el canal de derivación del Guadalentín.

Esta modificación, cuya posibilidad y conveniencia han revelado los trabajos de gabinete, no ha podido ya ser estudiada sobre el terreno, pero como existe el plano de todo el valle, al menos en su contorno, y el terreno es llano y uniforme puede apreciarse la longitud y esto basta para formar idea de su conveniencia. Su traza figura en el plano general del valle que acompaña á esta memoria con tinta amarilla: principia en la presa de los Parentones y se enlaza con el trazado primitivo en la alineación 121. El terreno que recorre es muy llano y uniforme, no atraviesa corriente digna de mención, pues las ramblas se han desvanecido en la llanura antes de llegar á la traza, su longitud es de 8,50 kilómetros y su coste aun apreciándole por el medio de todo el canal, que es indudablemente excesivo, seria de 310.478 pesetas.

Adoptando esta variante, aun cuando se quiera prolongar la actual acequia de Tercia hasta Totana, limitando sus dimensiones en proporción á su objeto, la economía obtenida en estos 8,50 kilómetros seria sobrada para construir la modificación indicada, los riegos se harian con igual facilidad y mejorarian mucho las condiciones de conservación de las obras generales.

Los accidentes que mueven algun tanto la forma de la ladera debajo de Totana, son en unos casos pequeños contrafuertes que avanzan en la llanura, algunos aunque pequeños conos ya consolidados, y también ligeros recodos formados por el pié de las montañas que cierran el valle.

El trazado contornea todos estos accidentes con facilidad, mediante curvas, en general de gran radio, y cuya influencia sobre la corriente podrá mirarse como insensible, se evitan así movimiento de tierras que no estarían justificados y cuando en algunos puntos estos son difíciles de evitarse

interrumpe la pendiente y aun la alineación por medio de saltos que permiten bajar la traza, cuando es preciso, para situarla en el terreno favorable.

En la sección inferior es algo mas difícil la traza á causa de las ramblas que surcan la ladera y que alteran notablemente sus formas regulares. Cinco son los puntos, y en todos ellos forman su cáuce un ancho y profundo surco abierto por denudación en un terreno arcilloso. El cáuce no dejaria de ofrecer dificultades si se adoptasen acueductos de fábrica y para evitarlos, en lo posible, se ha recurrido al hierro, que permite una gran velocidad á las aguas y reduce en consecuencia las dimensiones de la sección mojada y por consiguiente el coste de la obra en general.

La caja es una canal metálica que sirve á la vez de viga armada; su forma es rectangular y está constituida por dos vigas enlazadas en el fondo con una chapa, y en su parte superior por algunos arriostros; las dimensiones de la sección mojada de 1,0 de base por 2,0 de altura aun cuando la de la viga es de 3,0 que corresponde á sus dimensiones como viga resistente.

La pendiente longitudinal es de 0,002 por kilómetro y principia antes de llegar á la canal para que el agua haya podido adquirir la velocidad que á sus condiciones corresponde; al término de esta obra se ha proyectado un depósito amortiguador de fábrica donde el agua pierde la velocidad adquirida antes de penetrar de nuevo en el cáuce ordinario.

En las ramblas del kilómetro 43, cuyos cáuces están muy próximos, se conserva esta pendiente fuerte sin interrupción en todo el trayecto, lo cual ha exigido revestir de mampostería el pequeño trozo de cáuce comprendido entre ambas.

Cuanto se refiere al número, luz, dimensiones y cálculo de estos tramos, y enlace con la fábrica, ya se ha dicho al principio de este capítulo y también las disposiciones adoptadas en todas las demas obras, que no ofrecen particularidad alguna; omitimos por tanto descripciones que juzgamos innecesarias.

También se ha indicado allí la manera de construir la caja y los métodos empleados para el cálculo de movimientos de tierra y de sus transportes. La clase del terreno es muy variable y desde los arrastres ó gravas depositadas por las corrientes en la ladera y la capa vegetal de notable espesor en muchos puntos, hasta las calizas, en bancos delgados ó en gruesos fragmentos mezclados con tierra, puede decirse que se hallan todos los grados de dureza intermedios; lo más común es, sin embargo, el terreno de transición y aun las arcillas de bastante dureza, que se desagregan fácilmente por los agentes atmosféricos, pero que son bastante tenaces para el desmonte. Las condiciones de impermeabilidad son buenas, excepción hecha de los cáuces de las ramblas y aun de algunas zonas inmediatas á las que han llegado sus depósitos, pero cargadas estas aguas de abundantes materias arcillosas, las pérdidas han de ir rápidamente disminuyendo.

Las pendientes generales son de 0,50 metros por kilómetro ínterin el gasto supera á 9,50 metros por segundo y de 0,60 cuando es inferior; en estas condiciones la velocidad media varia solo entre 1,01 y 1,05.

Todos estos datos y los gastos respectivos se consignan en la hoja núm. 1 donde á la vez figuran la forma y dimensiones de la sección, sus taludes y los de los desmontes.

Las expropiaciones serian costosas en la huerta de Lorca; pero son allí innecesarias, pues que las obras se reducen al arreglo y recomposición de la caja que ya existe; vienen despues y en casi todo el trayecto, las tierras de labor de secano destinadas á cereales, y algunos aunque cortos, trayectos de olivares. En las inmediaciones de los pueblos de Totana, Alhama y Librilla, se ocupan algunas parcelas de huerta que aunque pequeñas tienen gran estimación, por lo mismo que son allí tan escasos los terrenos que pueden ser destinados al cultivo esmerado propio de los riegos.

El canal tiene 52,486 kilómetros de longitud sin contar lo que comprende la acequia de Tercia que debe separarse y termina en la rambla de las Zorreras, que llevará las aguas sobrantes al Segura por encima de Alcantarilla; lejos ya de

los campos del Sangonera donde las inundaciones ocasionan los mayores perjuicios.

Y los métodos empleados para el riego y de sus trasportes. La clase del terreno es muy variable y desde los estratos ó gravas depositadas por las corrientes en la ladera y la capa vegetal de notable espesor en muchos puntos, hasta las calizas, en bancos delgados ó en gruesos fragmentos mezclados con tierra, puede decirse que se hallan todos los grados de dureza intermedios; lo más común es, sin embargo, el terreno de transición y aun las arcillas de bastante dureza, que se desmenuzan fácilmente por los agentes atmosféricos, pero que son bastante tenaces para el decaimiento. Las condiciones de impermeabilidad son buenas, excepto en hechas de los canales de las ramblas y aun de algunas zonas ramblas.



deposiciones, pero cargadas abundantemente de materias arcillosas. Las pérdidas han de ser considerablemente disminuyendo. Las pendientes generales son de 0.50 metros por kilómetro interior el gasto sujeta a 3.00 metros por segundo y de 0.60 cuando es interior; en estas condiciones la velocidad media varía solo entre 1.01 y 1.05.

Todos estos datos y los gastos respectivos se consiguen en la obra número 1 donde a la vez figura la forma y dimensiones de la sección, sus calidades y los de las decaídas.

Las explotaciones serían estas en la parte de la obra; pero son allí muy escasas, pues por las obras se reducen al arroyo y recomposición de la caja que ya existe; vienes después y en casi todo el trayecto, las tierras de labor de secano destinadas a cereales, y algunos arroyos cortos, trayectos de olivares. En las inmediaciones de los pueblos de Totana, Alhama y Jabrilla, se ocupan algunas parcelas de huerta que aunque pequeñas tienen gran estimación, por lo mismo que son allí tan escasos los terrenos que pueden ser destinados al cultivo esmerado propio de los riegos.

El canal tiene 52,486 kilómetros de longitud sin contar lo que comprende la acequia de Totana que debe separarse y terminarse en la rambla de las Zorteras, que llevará las aguas sobrantes al Segura por encima de Alcantarilla; lejos ya de

# CANAL DEL CAMPO

De Marcia y Garsena

—\*—\*—

Hay en la vertiente mediterránea de Garsena, des-  
de las vertientes separadas por otra sierra que paralela tam-  
bien al mar, se enlaza en Garsena con las que por aquella  
parte forman su cota en dirección a Mazarón y Aguilas.  
La ruta próxima al Garsena y forma los llamados campos de  
Marcia y en ella están situados los pueblos de Fuente-Alamo,  
La Fuente de Garsena, y una multitud de pequeñas aldeas  
y caseríos, dedicados al cultivo de aquella campaña, tan fa-  
vorable en los tiempos que la lluvia es frecuente como in-  
productiva cuando ella falta.

Algunas ramblas de escaso caudal, procedentes de las  
sierras que la limitan, dejan ligeras huellas de su paso por  
la llanura, y todas ellas vienen a confluir en la del Albuñol,  
que pasa por Fuente-Alamo y atraviesa por el corto desfil-  
adero del Molino de Villa Antonia la segunda sierra para en-  
trar después en los magníficos campos de Garsena y  
desaguar en el mar Menor.

Ni el volumen de agua disponible, ni la población de es-  
tas comarcas, ni los cuantiosos elementos de todas clases  
que serian necesarios para un cultivo amparado, aconsejaran  
por hoy regar todas aquellas extensas superficies, pero si  
esto no pudiera ser por el momento de gran utilidad, con-



---

# CANAL DEL CAMPO

De Murcia y Cartagena.



Hay en la vertiente mediterránea de Carrascoy, dos extensas planicies separadas por otra sierra que paralela también al mar, se enlaza en Cartagena con las que por aquella parte forman su costa en dirección á Mazarron y Aguilas. La mas próxima al Carrascoy forma los llamados campos de Murcia y en ella están situados los pueblos de Fuente-álamo, La Pinilla, Los Canovás, y otra multitud de pequeñas aldeas y caserios, dedicados al cultivo de aquella campiña, tan fe-raz en los raros años que la lluvia es frecuente, como im-productiva cuando ella falta.

Algunas ramblas de escaso caudal, procedentes de las sierras que la limitan, dejan ligeras huellas de su paso por la llanura, y todas ellas vienen á confluir en la del Albuñón, que pasa por Fuente-álamo y atraviesa por el corto desfiladero del Molino de Villa Antonia, la segunda sierra para entrar después en los magníficos campos de Cartagena y desaguar en el mar Menor.

Ni el volúmen de agua disponible, ni la población de estas comarcas, ni los cuantiosos elementos de todas clases que serian necesarios para un cultivo esmerado, aconsejan por hoy regar todas aquellas extensas superficies, pero si esto no pudiera ser por el momento de gran utilidad, con-

viene llevar al menos el beneficio de las turbias y aun las aguas ordinarias para limitados riegos en las inmediaciones de los pueblos, ya que con tal facilidad puede conseguirse, dada la favorable disposición del terreno, su feracidad natural y la especialidad de los cultivos, á que por sus condiciones generales puede ser dedicado.

En este sentido, teniendo ya las aguas del Guadalentín en la divisoria mediante el canal de derivación de Totana, y aun 6 kilómetros mas abajo por el canal de colmatage de la margen derecha, nos pareció oportuno hacer este estudio de tanteo que á poca costa podia dar á conocer las condiciones con que en su caso pudieran regarse comarcas tan próximas; á esta idea y á la de demostrar el aspecto útil que además del principal pueden tener las obras propuestas contra las inundaciones, ha obedecido, pues, este ligero estudio.

Empieza el trazado en el canal de derivación de Totana, algunos metros antes de cruzar este la divisoria entre el Guadalentín y el mar; en los primeros kilómetros vá paralelo y próxima á la divisoria y unido con el de la margen derecha hasta el collado del Camino en que este accidente formado aquí por una extensa llanura, principia á elevarse en dirección *N* hácia la inmediata sierra de Carrascoy. Aquí se separan ambos trazados, para seguir uno la dirección del valle, apoyándose en la vertiente *N* del Carrascoy, y tomar el que nos ocupa la del *S E* en dirección al Mediterráneo.

Ya se ha dicho que la divisoria está formada en esta parte por una planicie, ligeramente inclinada hácia el rio y con suaves ondulaciones que el trazado común atraviesa con facilidad, pero la vertiente opuesta ó sea hácia el Mediterráneo es bastante mas movida, sus pendientes son rígidas y el terreno en forma de abanico constituye una verdadera y bien marcada cuenca de recepción de numerosas y profundas arroyadas, que llevan sus aguas á la rambla de Mazzarron y después al Mar junto á este pueblo. Al paso que las aguas de lluvia que vierten al Guadalentín van prontamente á reunirsele mediante cáuces separados y paralelos, en la vertiente opuesta, se concentran en dos grupos cerca del

punto donde se bifurean los canales; tomando unas la dirección antes citada y el resto las de la rambla del Albuñón y el mar Menor; dan por consiguiente lugar á una nueva divisoria, que mas adelante se enlaza con la anterior y forma con ella un ángulo casi recto; sus vertientes de la derecha hácia Mazarrón, son rápidas y las opuestas son por el contrario suaves, formando la espaciosa llanura de los campos de Murcia, en cuya dirección vá el canal.

Hay pues que cruzar esta nueva divisoria, y no siendo posible llegar con el trazado comun hasta el punto donde se enlazan para cruzarlas allí reunidas, pues su elevacion lo ha impedido, ha sido forzoso atravesar allí la primera llevando la traza en 4 kilómetros por la cuenca de la rambla de Mazarrón hasta el collado del Abejar, en que esta divisoria secundaria permite el cruce sin desmante alguno.

En este trozo puede decirse que están concertadas todas las dificultades; la traza vá al pié de una ladera de calizas y arcillas con fuerte pendiente, y sus numerosos recodos y barranqueras obligan á adoptar curvas de pequeños radios, algunos desmontes de importancia y frecuentes aunque económicas obras de fábrica.

En un proyecto definitivo convendria quizá bajar el trazado unos cuatro metros en esta parte, mediante un salto colocado en el principio de la ladera; pues las mayores facilidades que presenta el terreno en una zona mas baja compensaria sobradamente el desmante á que con ello se daria lugar en la divisoria ni la pérdida de altura tiene aqui importancia alguna, bajo el aspecto de los riegos, ni el enlace del resto ofrece dificultad mas allá del Collado, pues el terreno es llano en todo el resto y se proyectan en él otros saltos que compensarian bien pronto la altura perdida.

Los desmontes mas frecuentes serán en las calizas, mezcladas con tierras arcillas y aun en las arcillas compactas, sin que dejen de ser bastante comunes las tierras duras y aun de poca consistencia en toda la planicie que forma los campos de Murcia.

El trazado, en general es bastante recto en su conjunto, y

excepcion hecha del trozo de ladera mencionada, se desarrolla con facilidad en buenas alineaciones rectas, amplias curvas y escasos movimientos de tierras.

Tiene desde su origen en el collado de Viña Larga hasta la rambla de las Palas en que termina, 29,147 kilómetros de longitud y consta de dos secciones. La primera de seis kilómetros es comun con el canal de la margen derecha, su pendiente es 0,3 por kilómetro y la velocidad media 0,86 por segundo, la seccion que corresponde á este trayecto se representa en la figura primera de la hoja número 1, la segunda tiene los 23 kilómetros restantes, sus pendientes son 0,25 y 0,30 y sus velocidades medias, 0,62 y 0,69, la seccion transversal es la de la figura 2 de la misma hoja. Estas pendientes y velocidades pueden con todo modificarse si se juzgaran escasas, pues los saltos del trayecto se prestan á ello con la mayor facilidad.

Los terrenos ocupados son de escaso valor, casi todos ellos son de secano y con largos trayectos de terreno inculto en la parte elevada de la planicie de los campos de Murcia.

El trazado termina en la rambla de las Palas, tributaria como todas, de la del Albujon; las aguas sobrantes del riego en la primera planicie marcharán, pues, por estos cáuces naturales, y al llegar á la segunda, ó sean en los campos de Cartagena, podrán derivarse de la rambla principal en el estrecho de Villa Antonia que las separa y desde alli distribuirse mediante acequias secundarias, en cuyo proyecto no debiamos entrar por razones fáciles de comprender.

La única obra de fábrica notable, es la toma de aguas que se hace en el canal de derivacion y se detalla en la hoja número 17. Está formada por un muro situado en la margen izquierda de este, el cual tiene 4 aberturas con sus correspondientes compuertas que regulan la entrada del agua y pueden dar en todos los casos el volúmen que se desee hasta su dotación completa, que es de 14 metros cúbicos por segundo; pero si fuese mayor el excedente, continuaria por su cáuce propio.

Cuando el canal de derivacion lleve solamente los 14 me-

tros que ha de tomar aquel, la altura de lámina de agua en su cáuce, dadas las dimensiones y pendiente será 0,<sup>m</sup>90 luego para que toda ella entre el emisario, es forzoso que el fondo de aquel en la confrontación de la toma esté al menos 0,<sup>m</sup>90 mas bajo que la rasante general y además que el nivel superior del emisario, el que corresponde á su dotacion máxima sea también inferior á dicha rasante.

Este se obtiene rebajando el fondo general del canal de derivación en la parte que confronta con la toma, por una depresión en forma de badén, con encachado, cuya flecha es de 0,<sup>m</sup>95 y situando además el fondo del emisario 2,10 metros mas bajo que el del principal. El eje hidráulico se deprimirá al llegar al badén en la altura necesaria para que el agua no pueda continuar por el cáuce general ó á lo sumo en muy pequeña cantidad.

Esta disposición evita el colocar en el cáuce un obstáculo para desviar la corriente que á poco que resaltase sobre el fondo podria ocasionar socavaciones en la caja y perturbaciones graves en la corriente durante las avenidas, ó sea cuando el canal de derivación llevase el gran caudal del que es susceptible, cumpliendo con el principal objeto á que se le destina.

El presupuesto total de esta derivación en los 29,147 kilómetros de longitud es de 791.756, 14 pesetas, incluyendo el valor de las expropiaciones lo que dá un gasto de 27,716,00 pesetas por kilómetro





# CANAL DE LA MARGEN

Canal de la Margen

De la misma manera que el río de la margen derecha tiene  
este canal por objeto servir en el campo de drenaje por  
el cual los ríos de la margen izquierda para disminuir  
la pendiente en el fondo de los ríos y al mismo tiempo  
evitar el riesgo de inundaciones los terrenos comprendidos  
entre el río y el canal de la Margen serán de utilidad por

la parte que se refiere al canal de la Margen que se proyecta  
para servir de drenaje en los terrenos que se proyectan  
a la izquierda de la línea de la Margen. La construcción  
de este canal será proyectado en forma de un canal  
de drenaje que servirá para drenar los terrenos que se  
proyectan a la izquierda de la línea de la Margen.

Por este proyecto parte en que se proyectan los terrenos  
de ambos canales y en que el canal de la Margen y próximo  
a la izquierda de la línea de la Margen los terrenos que  
se proyectan son parte de los terrenos que se proyectan  
por el contrario, una parte de los terrenos que se proyectan  
no, ligeramente accidentados por suaves declives e incluso  
valles que el trabajo de drenaje con el canal de la Margen  
notabilísima de presión de 6 kilómetros de longitud que se  
para los dos sistemas de drenaje y el canal de la Margen.



# CANAL DE LA MARGEN

derecha del Guadalentín.



De la misma manera que el de la margen izquierda, tiene este canal por objeto elevar en el campo de Sangonera por el colmataje las márgenes del Guadalentín, para dificultar los desbordamientos en el Paso de los Carros, y á la vez mejorar con el riego de aguas turbias los terrenos comprendidos entre el rio y la sierra de Carrascoy que limita el valle por el S.

Se recordará que el canal de derivación que se proyecta para llevar al Mediterráneo aguas del Guadalentín atraviesa la divisoria en el collado de Viña Larga; en las inmediaciones de este punto, se ha proyectado la toma en donde tendrán origen el canal de la margen derecha y el que vá en dirección á los campos de Murcia y Cartagena.

En esta primera parte en que marchan reunidas las aguas de ambos canales y en que el trazado es paralelo y próximo á la divisoria, lejos de afectar el terreno las formas quebradas que son propias de estos accidentes orográficos, es por el contrario, una ladera con ligera inclinación hácia el rio, ligeramente accidentada por suaves declives ó anchos vallados que el trazado atraviesa con facilidad. Pero esta notabilísima depresión de 6 kilómetros de longitud que separa las dos sierras de Almenara y Carrascoy y que consti-

tuye la divisoria, se eleva bruscamente en dirección de Murcia hasta los elevados picos de esta última, y en el punto en que ésta rápida elevación principia, ha sido necesario bifurcar el canal para llevar las aguas, por un lado en dirección á los campos de Murcia y Cartagena situados ya en la vertiente opuesta al río, y por otro á los campos de Sangonera y huerta de Murcia, siguiendo la ladera *N* de la sierra y dentro de la cuenca del río.

El que estamos describiendo se desarrolla pues constantemente al pié de Carrascoy, cuyos estribos contornea sin dificultad mediante curvas bien desarrolladas en general, y estas facilidades contribuyen no poco como en el de la margen izquierda, á la necesidad de colocar saltos de trecho en trecho que por su altura hasta cierto punto discrecional, consiente ir situando el trazado en las zonas mas favorables.

Uno de los estribos, avanza, sin embargo, bastante en el valle y como su contorno hubiera prolongado la traza en demasia, se ha cortado con un desmonte largo aunque no de gran coste; el deseo de no aumentarlo nos ha hecho adoptar aquí pendientes que no pasan de 0,3 por kilómetro, quizá algo pequeñas para dar al agua cargada de limos la velocidad mas conveniente. La modificación seria sin embargo sencilla y hasta de corta longitud en un proyecto definitivo; pues los saltos permitirían un enlace próximo entre el trazado y su variante.

La consistencia del terreno es aquí mayor que en la ladera opuesta, pues las calizas en bancos y en bloques mezcladas con tierra son comunes; los accidentes son también mas pronunciados y las ramblas tienen en general cáuces profundos ó bien marcados; lo que por un lado ocasiona mayores movimientos de tierra y por otro obras de fábrica de alguna altura ó longitud, aunque fáciles de construir y conservar. Carecen de conos de deyección, y esto permitirá introducir con facilidad sus aguas, aumentando el número de dias disponibles para la operación del colmatage.

La pendiente general es de 0,30 por kilómetro y la velocidad media 0,<sup>m</sup> 69 por segundo; las secciones de la caja y



su caudal máximo, figuran en el plano número 1 y también los taludes adoptados para los desmontes y terraplenes que son 1 de base por 4 de altura y 1, 15 por 1 como término medio.

Los terrenos que se ocupan son de escaso valor; campos de secano dedicados á la producción de cereales y cultivados de año y vez, y algunos trozos de terreno inculto constituyen la totalidad de la zona del trazado.

La única obra digna de mención, siquiera no sea de gran coste, es la que destruye las aguas entre este canal y el que debe ir en dirección de los campos de Murcia y Cartagena. La economía aconsejaba llevarlos unidos el mayor trayecto posible; pero el último, tiene que atravesar la divisoria y es preciso hacerlo antes que ésta se eleve y dé lugar á un gran desmonte; el punto elegido para la bifurcación está pues situado antes de llegar á la sierra de Carrascoy y cumple satisfactoriamente con dicha condición.

Un muro de mampostería paralelo al cáuce y situado próximamente en el centro, divide las aguas; las que marchan á la derecha y atraviesan la divisoria, conservan su primitiva pendiente y las que van en dirección á Murcia dan á poca distancia un salto de 2 metros, donde se sitúan las compuertas que han de regular la distribución.

Los detalles de esta obra se consignan en la hoja 17 figura.....

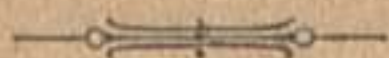
Este cáuce, que desde la bifurcación tiene 26,372 kilómetros de longitud, termina en la rambla de la Venta en la que verterá sus aguas sobrantes; las laderas de la sierra son ya aquí muy quebradas y su prolongación ocasionaría grandes desmontes en roca y obras de fábrica elevadas; esto no impide para llevar los riegos más adelante; y si con el tiempo la cantidad de agua disponible y otra razones aconsejasen su prolongación, pudiera esto conseguirse sin grandes gastos, haciendo marchar por esta rambla las aguas hasta la llanura y tomándolas de nuevo allí donde el terreno es fácil y realmente se encuentran las tierras que por su riqueza pueden aconsejar estos gastos.

El presupuesto total de esta obra, incluyendo las expropiaciones, importa 597.885,97 pesetas, ó sea 22.996,00 por kilómetro.

## CANAL DE ROTAS



# CANAL DE ROTAS



Hemos indicado ya en las generalidades acerca de las obras de la cuenca del Segura, que se han estudiado ligeramente las condiciones de este canal, prolongación de la acequia actual, con el objeto de utilizar las aguas almacenadas por los pantanos de la region alta, en el caso de que se construyan. Indicaremos brevemente algunas particularidades que ofrece.

Se empezó este estudio por levantar á grandes rasgos el plano y perfil de la acequia existente, que termina en uno de los establecimientos ó almadenes del Segura, y se observó que podría prolongarse pasando la traza por un collado que presenta la estribación que prolongada, forma el escarpe del mencionado estrecho; para ello es preciso variar el trazado de la acequia á cierta distancia de dicho collado, con el fin de elevar la rasante en dicho punto y disminuir el desmonte, lo cual es factible reduciendo la pendiente de la acequia que es excesiva; por algunos tanteos se ha llegado á la solución adoptada habiéndose conseguido acercarse al mínimo de coste teniendo en cuenta, que aumentando la cota y longitud del desmonte disminuye la de la variación y vice-versa. En la larga trinchera necesaria para salvar el mencionado collado, se ha reducido el coste au-

mentando la pendiente hasta 0,00122 y disminuyendo por lo tanto la acción. Por el contrario, hasta llegar á la trinchera se ha adoptado una pendiente de 0,00025, menor que la generalmente adoptada en el resto del trazado, con el objeto de ganar altura. Una vez salvado aquel obtáculo, el trazado se desarrolla sin dificultad plegándose á la ladera, que siendo muy movida, exige numerosas curvas, algunas de pequeño rádio; pero es sabido que esto no constituye un verdadero inconveniente en las condiciones libres.

Ninguna particularidad ofrece el trazado hasta llegar á la zona del ferrocarril en que atraviesa paralelamente á este un gran barranco por medio de un puente, canal metálico de dos tramos modelo número 2. Salvado este barranco el trazado se desarrolla por el escarpe de una meseta poco elevada; pero á medida que se avanza en esta ladera, el terreno se vá haciendo cada vez mas quebrado hallándose al fin sembrado de multitud de pequeños accidentes; y todo ello en ladera arcillosa, expuesta á frecuentes desprendimientos. En vista de estos inconvenientes, y presentándose un estrechamiento de la mencionada meseta, por el que es fácil verificar el paso mediante una galería subterránea de 312 metros de longitud, no puede vacilarse en preferir esta solución á un rodeo de 3 á 4 kilómetros en una ladera que tales dificultades presenta.

A la salida del túnel, la ladera es tendida y se presenta en buenas condiciones para desarrollar el trazado, cruzándose á corta distancia el ferrocarril de Madrid á Cartagena, inferiormente á la rasante de este. En el corto trayecto que media hasta su terminación, recorre una ladera tendida que no ofrece ninguna dificultad, desagüando por medio de un salto en una de las ramblas anteriores á la de Jumilla que desemboca en el Segura, á corta distancia y aguas arriba de Cieza.

Las únicas obras de fábrica dignas de mención, son el puente metálico y el túnel cuyos presupuestos parciales figuran en el documento correspondiente á las obras de fábrica, comunes á todos los canales. En el túnel, se ha

aumentado también la pendiente, con el objeto de reducir la sección, hasta 0,001. Las demás obras de fábrica se reducen á tajeas de poca importancia y una alcantarilla.

La pendiente adoptada en lo general del trazado es de 0,0005.

Las diversas secciones que se han adoptado para las varias rasantes figuran en la hoja primera, figura tercera.

En el presupuesto se ha incluido, en partidas alzadas la reparación y ensanche de la acequia existente, desde su toma hasta el punto en que el nuevo trazado se separa de ella.

En cuanto á la zona regable, puede fijarse aproximadamente en 4.000 hectáreas, teniendo en cuenta la parte del terreno que por su forma ó por su naturaleza no se presta al riego.

La longitud de la parte nueva de esta acequia es de 25 kilómetros.

El presupuesto asciende á la cantidad de 768.565,81 pesetas.

Pudiera tal vez extrañarse el que reduzcamos el anteproyecto á tan modestos límites, en un país que así se presta á esta industria y que de antiguo y con excelentes resultados la practica; pero á ello nos inducen consideraciones que no pueden olvidarse, sin grave riesgo de comprometer los capitales que pudieran invertirse en las obras.

Primeramente los pantanos que en la parte elevada del Segura se proyectan, y que son los que pudieran dar agua á esta derivación, no deberán construirse en tanto que la experiencia, á la que proponemos someter todas las obras, no haya demostrado su necesidad; no hay, pues, hoy agua disponible para nuevos riegos y no seria legal ni conveniente establecerlos privando de su derecho á las vegas inferiores, que es sabido sienten escasez de agua la mayor parte de los veranos. Es mas, creemos que las aguas que en los pantanos puedan guardarse para el riego, deberán ser des-

tinadas en primer término al perfeccionamiento de los riegos existentes y una vez conseguido esto y asignado á ellos la dotación prudentemente calculada y legalmente marcada y definida, el resto debería destinarse á este y otros aprovechamientos igualmente útiles.

Además el área regada en Calasparra y principalmente en Cieza, se duplicaría al menos con esta obra, y no sería prudente traspasar este límite sin dar ocasión á graves complicaciones económicas en estos dos importantes pueblos, que difícilmente dispondrán de los elementos necesarios para llevar mas lejos la extensión del esmerado cultivo que hoy dán á sus vegas.

La configuración del terreno ofrece además no pocas dificultades para la prolongación de este canal mas allá de Cieza: Una de las estribaciones que de la sierra de la Pila, baja hácia el Segura cortando normalmente el valle, llega hasta la población misma y al terminar bruscamente en el llano, cerca ya del rio, presenta unos escarpes verticales de gran altura en los que el terreno está sumamente descompuesto; no es posible contornear por estos escarpes la estribación; sería forzoso atravesarla con un túnel, cuya longitud no sería inferior á 6 ú 800 metros. Despues de éste, la ladera S. de la mencionada estribación tiene una forma muy irregular, daría lugar á largos y difíciles desmontes y terraplenes, esto sin contar la travesía de 3 ó 4 ramblas, que sin ser muy caudalosas, tienen cáuces anchos y profundos, y motivarian obras semejantes á las construidas para el paso de la línea férrea.

No quiere esto decir que juzguemos imposible la prolongación de este canal y mas si se tiene en cuenta que una vez vencidos estos difíciles pasos se presenta una extensa explanada regable, enclavada en los términos de Cieza, Blanca y Archena; pero este problema es mas bien que de actualidad, propio del porvenir, para cuando teniendo el rio aguas disponibles y el pais los elementos necesarios, pueda racionalmente aspirar en condiciones de posibilidad á extender en esta magnífica llanura los beneficios que el riego trae

consigo cuando á él mismo acompañan los elementos que le son indispensables.

Zaragoza de Agosto de 1886.

El Ingeniero Jefe,

El Ingeniero,

RAMON GARCIA.

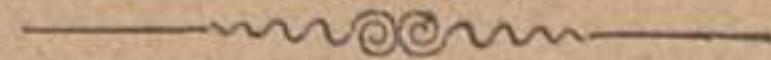
LUIS GAZTELU.







# PANTANO DE PUENTES



Cálculo de las curvas de gastos (Avenida número 1.)

|    |        |           |           |           |           |      |       |        |
|----|--------|-----------|-----------|-----------|-----------|------|-------|--------|
| 12 |        | 3 220 000 | 4 085 274 | 1 050 777 | 5 185 000 | 0 13 | 42 81 | 181 53 |
| 14 | 52 500 | 2 041 000 | 3 520 220 | 1 418 015 | 5 585 000 | 0 09 | 41 74 | 350 75 |
| 13 | 58 800 | 3 322 500 | 4 154 858 | 1 230 038 | 5 480 000 | 0 12 | 40 50 | 320 43 |
| 15 | 58 800 | 3 322 500 | 4 154 858 | 1 230 038 | 5 480 000 | 0 12 | 40 50 | 183 30 |
| 11 | 12 800 | 0 923 000 | 2 120 000 | 1 314 000 | 5 428 000 | 0 23 | 40 09 | 051 01 |
| 10 | 0 000  | 2 120 000 | 3 881 228 | 3 881 228 | 5 349 000 | 4 55 | 40 43 | 254 20 |
| 6  | 2 400  | 3 802 100 | 3 813 480 | 3 001 050 | 5 184 000 | 1 40 | 40 10 | 351 02 |
| 8  | 3 000  | 1 314 000 | 501 241   | 1 441 020 | 5 083 000 | 0 09 | 43 10 | 102 54 |
| 7  | 1 800  | 3 140 100 | 235 280   | 5 102 550 | 1 800 000 | 1 58 | 43 10 | 133 41 |
| 9  | 2 700  | 3 580 000 | 1 709 180 | 5 110 810 | 1 382 000 | 1 18 | 41 85 | 191 30 |
| 2  | 0 000  |           |           |           |           |      | 40 04 | 150 11 |

## FÓRMULAS

$$2 Q = 17 \sqrt{h}$$

Dos orificios de  $1,20 \times 20 = 2,4$  metros, cuyo centro de gravedad está a un metro

sobre el zócalo  $22 = m S \times 4,429 \sqrt{h} = 17,0 \sqrt{h}$ .

$$2 Q = 4,43 \sqrt{h}$$

Dos orificios circulares 0,88 de diámetro a 16 metros sobre el zampeado  $2 Q =$

$m S \times 4,429 \sqrt{h} = 4,43 \sqrt{h}$ .

$$Q = S \times X \sqrt{R I}$$

El vertedero es un canal de 28 metros de ancho y 0,003 de pendiente cuyo fondo

está en el embalse en la cota 43,10.

| Núm. de orden.   | Duración Segundos | VOLÚMENES. |            |             | Areas del vaso. | Incremento del nivel. | Altura del nivel. | Gastos por segundo. |
|------------------|-------------------|------------|------------|-------------|-----------------|-----------------------|-------------------|---------------------|
|                  |                   | Entrada.   | Salida.    | Diferencia. |                 |                       |                   |                     |
|                  | 25.200            |            |            |             |                 | 42,00                 | 131,79            |                     |
| 1. <sup>a</sup>  | 21.600            | 1.915,075  | 3.311,280  | 1.396,210   | 1.797,000       | 0,77                  | 131,37            |                     |
| 2. <sup>a</sup>  | 27.000            | 1.652,832  | 2.798,064  | 1.145,232   | 1.771,000       | 0,64                  | 129,06            |                     |
| 3. <sup>a</sup>  | 25.200            | 2.237,760  | 3.461,670  | 1.223,910   | 1.742,000       | 0,70                  | 127,70            |                     |
| 4. <sup>a</sup>  | 21.600            | 2.835,000  | 3.164,868  | 329,868     | 1.559,000       | 0,21                  | 127,27            |                     |
| 5. <sup>a</sup>  | 9.000             | 4.438,000  | 2.769,120  | 1.668,880   | 1.729,000       | 0,96                  | 129,11            |                     |
| 6. <sup>a</sup>  | 5.400             | 3.280,000  | 1.169,190  | 2.110,810   | 1.785,000       | 1,18                  | 131,30            |                     |
| 7. <sup>a</sup>  | 1.800             | 3.140,100  | 732,780    | 2.408,220   | 1.869,000       | 1,28                  | 133,41            |                     |
| 8. <sup>a</sup>  | 3.600             | 1.714,600  | 267,544    | 1.447,056   | 2.087,000       | 0,69                  | 165,24            |                     |
| 9. <sup>a</sup>  | 5.400             | 3.905,100  | 843,480    | 3.061,620   | 2.184,000       | 1,40                  | 324,65            |                     |
| 10. <sup>a</sup> | 9.000             | 5.179,950  | 2.284,578  | 2.895,372   | 2.346,000       | 1,23                  | 527,59            |                     |
| 11. <sup>a</sup> | 19.800            | 6.453,000  | 5.139,000  | 1.314,000   | 2.478,000       | 0,53                  | 621,91            |                     |
| 12. <sup>a</sup> | 28.800            | 9.385,200  | 11.124,828 | 1.739,628   | 2.466,000       | 0,75                  | 487,39            |                     |
| 13. <sup>a</sup> | 28.800            | 8.553,360  | 11.243,920 | 2.960,560   | 2.381,000       | 1,13                  | 356,47            |                     |
| 14. <sup>a</sup> | 25.200            | 5.961,600  | 7.380,576  | 1.418,972   | 2.262,000       | 0,63                  | 229,12            |                     |
| 15. <sup>a</sup> |                   | 3.956,400  | 4.982,544  | 1.026,144   | 2.182,000       | 0,47                  | 181,23            |                     |
|                  |                   | 64.607,977 | 60.673,442 |             |                 |                       |                   |                     |

Volúmen entrado en 71'5 horas. . . . . 64.607.977  
 Volúmen salido en el mismo tiempo. . . . . 60.673.442  
 Diferencia. . . . . 3.934.535

Volúmen depositado comprendido entre las curvas 42 y 43'97 = 3.723.000 que en efecto se aproxima mucho al número anterior.

Los orificios se corren á la hora 71'5 y entrarán después en el embalse 1665.000 × 1980.000 metros cúbicos de agua, elevando el nivel hasta la cota 45,65.

El volúmen que se guardaria para el riego seria de 3.645.000 × 3.934.535 = 7.579.535 metros cúbicos, procedentes de la avenida.

|               |                   |           |          |          |          |            |           |             |
|---------------|-------------------|-----------|----------|----------|----------|------------|-----------|-------------|
| 0.            | 3'000             | 3002'000  | 410'028  | 3182'015 | 1418'000 | 5'40       | 38'02     | 157'32      |
| 1.            | 1'800             | 1314'000  | 501'305  | 1213'108 | 1032'000 | 0'24       | 35'84     | 115'21      |
| 2.            | 2'400             | 3170'000  | 282'368  | 5220'238 | 888'000  | 5'20       | 31'30     | 110'22      |
| 3.            | 3'000             | 3580'000  | 814'280  | 3302'450 | 224'000  | 3'13       | 28'21     | 102'00      |
| 4.            | 3'600             | 4438'000  | 1282'800 | 5425'100 | 240'000  | 4'24       | 22'28     | 82'48       |
| 5.            | 3'200             | 5882'000  | 3152'800 | 210'000  | 302'000  | 1'20       | 21'04     | 80'15       |
| 6.            | 3'800             | 5332'000  | 5185'820 | 04'810   | 312'000  | 0'12       | 18'34     | 28'11       |
| 7.            | 3'400             | 1025'838  | 1247'000 | 82'504   | 314'000  | 0'52       | 18'12     | 28'02       |
| 8.            | 3'000             | 1812'022  | 5001'000 | 120'051  | 310'000  | 0'22       | 18'42     | 28'53       |
|               |                   |           |          |          |          |            | 30'0      | 85'82       |
| orden de obra | segundos Duracion | metros    | metros   | metros   | metros   | nivel del  | nivel del | segundo por |
|               |                   | VOLÚMENES |          |          |          | de         | de        | de          |
|               |                   |           |          |          |          | incremento | altura    | de          |

Los datos mismos que heis ya visto se refieren á la altura del embalse á 30 metros de agua

AVENIDA NUMERO 1

PLANTAS DE PUENTES

# PANTANO DE PUENTES

## AVENIDA NUMERO 1

Los datos mismos que para la avenida grande, pero estando el embalse á 20 metros de agua

| Núm.<br>de<br>orden. | Duracion,<br>Segundos | VOLÚMENES |          |             | Areas<br>del<br>vaso. | Incremento<br>del<br>nivel. | Altura<br>del<br>nivel. | Gasto<br>por<br>segundo. |
|----------------------|-----------------------|-----------|----------|-------------|-----------------------|-----------------------------|-------------------------|--------------------------|
|                      |                       | Entrada.  | Salida.  | Diferencia. |                       |                             |                         |                          |
| 1. <sup>a</sup>      | 25.200                | 1915.075  | 2091.096 | 176.021     | 316.000               | 0,55                        | 20,0                    | 82,85                    |
| 2. <sup>a</sup>      | 21.600                | 1652.832  | 1744.096 | 87.264      | 314.000               | 0,28                        | 19,45                   | 79,23                    |
| 3. <sup>a</sup>      | 27.000                | 2237.760  | 2182.950 | 54.810      | 315.000               | 0,17                        | 19,17                   | 78,65                    |
| 4. <sup>a</sup>      | 25.200                | 2885.000  | 2125.800 | 710.000     | 367.000               | 1,70                        | 19,34                   | 79,11                    |
| 5. <sup>a</sup>      | 21.600                | 4438.000  | 1985.900 | 2452.100    | 540.000               | 4,54                        | 21,04                   | 86,12                    |
| 6. <sup>a</sup>      | 9.000                 | 3280.000  | 914.580  | 2365.420    | 754.000               | 3,13                        | 25,58                   | 97,49                    |
| 7. <sup>a</sup>      | 5.400                 | 3140.100  | 583.362  | 2556.738    | 988.000               | 2,59                        | 28,71                   | 105,06                   |
| 8. <sup>a</sup>      | 1.800                 | 1714.600  | 201.492  | 1513.108    | 1635.000              | 0,94                        | 31,30                   | 110,77                   |
| 9. <sup>a</sup>      | 3.600                 | 3905.100  | 416.088  | 3489.012    | 1418.000              | 2,40                        | 32,24                   | 112,71                   |
| 10. <sup>a</sup>     | 5.400                 | 5179.950  | 654.000  | 4525.950    | 1328.000              | 3,41                        | 34,64                   | 117,65                   |
| 11. <sup>a</sup>     | 10.800                | 7500.600  | 1393.684 | 6104.910    | 1560.000              | 3,90                        | 38,05                   | 124,37                   |
| 12. <sup>a</sup>     | 18.000                | 8136.000  | 2668.000 | 5468.000    | 2085.000              | 2,61                        | 41,95                   | 131,21                   |
| 13. <sup>a</sup>     | 28.800                | 8553.600  | 7070.624 | 1462.976    | 2235.000              | 0,65                        | 44,56                   | 247,17                   |
| 14. <sup>a</sup>     | 28.800                | 5961.600  | 7802.400 | 1840.800    | 2224.000              | 0,82                        | 45,21                   | 329,40                   |
| 15. <sup>a</sup>     | 25.200                | 3956.400  | 4912.992 | 956.592     | 2142.000              | 0,45                        | 44,39                   | 223,40                   |
|                      |                       |           |          |             |                       |                             | 43,34                   | 169,71                   |



# PANTANO DE PUENTES



Cálculo de las curvas de gastos. (Avenida número 2)

con los mismos datos que el número 1.

| Núm.<br>de<br>orden. | Duración<br>Segundos | VOLUMENES   |             |             | Areas<br>del<br>vaso. | Incremento<br>del<br>nivel. | Altura<br>del<br>nivel. | Gastos<br>por<br>segundo. |
|----------------------|----------------------|-------------|-------------|-------------|-----------------------|-----------------------------|-------------------------|---------------------------|
|                      |                      | Entrada.    | Salida.     | Diferencia. |                       |                             |                         |                           |
| 1. <sup>a</sup>      | 12,600               | 1239.210,0  | 1651.000,0  | 411.790,0   | 1805.000,0            | 0,22                        | 42,00                   | 131,39                    |
| 2. <sup>a</sup>      | 12,600               | 1522.710,0  | 1646.820,0  | 124.110,0   | 1807.000,0            | 0,07                        | 41,78                   | 131,09                    |
| 3. <sup>a</sup>      | 10,800               | 1620.000,0  | 1413.936,0  | 206.064,0   | 1808.000,0            | 0,11                        | 41,71                   | 130,88                    |
| 4. <sup>a</sup>      | 10,800               | 2224.800,0  | 1417.824,0  | 806.976,0   | 1832.000,0            | 0,44                        | 41,82                   | 130,63                    |
| 5. <sup>a</sup>      | 9,000                | 3105.000,0  | 1194.120,0  | 1910.880,0  | 1882.400,0            | 1,01                        | 42,26                   | 131,78                    |
| 6. <sup>a</sup>      | 3,600                | 1864.800,0  | 550.782,0   | 1313.928,0  | 2101.000,0            | 0,62                        | 43,27                   | 150,38                    |
| 7. <sup>a</sup>      | 3,600                | 2296.800,0  | 746.392,0   | 1550.400,0  | 2161.000,0            | 0,71                        | 43,89                   | 173,22                    |
| 8. <sup>a</sup>      | 3,600                | 2466.000,0  | 1062.720,0  | 1403.280,0  | 2224.000,0            | 0,63                        | 44,60                   | 251,20                    |
| 9. <sup>a</sup>      | 12,600               | 7087.500,0  | 5194.700,0  | 1882.800,0  | 2340.000,0            | 0,80                        | 45,23                   | 332,60                    |
| 10. <sup>a</sup>     | 9,000                | 3744.000,0  | 4100.200,0  | 356.200,0   | 2362.000,0            | 0,14                        | 46,03                   | 455,00                    |
| 11. <sup>a</sup>     | 21,600               | 7052.400,0  | 8482.800,0  | 1430.400,0  | 2298.000,0            | 0,62                        | 45,89                   | 445,80                    |
| 12. <sup>a</sup>     | 19,800               | 4286.700,0  | 5583.600,0  | 1496.900,0  | 2246.000,0            | 0,66                        | 45,27                   | 327,97                    |
| 13. <sup>a</sup>     | 16,200               | 2494.800,0  | 3637.000,0  | 1142.200,0  | 1176.000,0            | 0,51                        | 44,61                   | 249,63                    |
|                      |                      | 41004.720,0 | 36682.084,0 |             |                       |                             | 44,10                   | 195,48                    |





## AVENIDA NUMERO 1.

Los mismos orificios que en el caso anterior y el vaso vacío en el origen de la avenida.

| Núm.<br>de<br>orden. | Duración<br>Segundos | VOLÚMENES.    |             |              | Areas<br>del<br>vaso. | Incremento<br>del<br>nivel. | Altura<br>del<br>nivel. | Gastos<br>por<br>segundo. |
|----------------------|----------------------|---------------|-------------|--------------|-----------------------|-----------------------------|-------------------------|---------------------------|
|                      |                      | Alimentacion. | Evacuacion. | Depositados. |                       |                             |                         |                           |
| 0                    | »                    | »             | »           | »            | »                     | »                           | »                       |                           |
| 1. <sup>a</sup>      | 10.800               | 518.400       | »           | 518.400      | »                     | 7,42                        | 35,62                   |                           |
| 2. <sup>a</sup>      | 7.200                | 990.000       | 295.200     | 604.800      | 206.000               | 2,54                        | 44,08                   |                           |
| 3. <sup>a</sup>      | 7.200                | 2034.000      | 352.224     | 1681.776     | 418.000               | 4,03                        | 50,90                   |                           |
| 4. <sup>a</sup>      | 3.600                | 1818.000      | 191.412     | 1626.588     | 580.000               | 2,80                        | 54,44                   |                           |
| 5. <sup>a</sup>      | 3.600                | 2772.000      | 203.616     | 2568.384     | 800.000               | 3,20                        | 61,65                   |                           |
| 6. <sup>a</sup>      | 10.800               | 3240.000      | 223.992     | 3240.000     | 1005.000              | 3,00                        | 64,76                   |                           |
| 7. <sup>a</sup>      | 14.400               | 8640.000      | 748.332     | 7891.668     | 1155.000              | 6,83                        | 74,52                   |                           |
| 8. <sup>a</sup>      | 32.400               | 8460.000      | 1134.144    | 7325.856     | 1265.000              | 5,78                        | 79,47                   |                           |
| 9. <sup>a</sup>      | 28.800               | 1.2150.000    | 2748.816    | 9401.184     | 2004.000              | 4,69                        | 87,74                   |                           |
| 10. <sup>a</sup>     | 28.800               | 6240.000      | 2477.220    | 4362.780     | 2265.000              | 1,92                        | 136,04                  |                           |
| 11. <sup>a</sup>     | 21.600               | 3780.000      | 3393.360    | 386.640      | 2890.000              | 0,16                        | 147,90                  |                           |
|                      |                      | 51.242,400    | 11.768,316  |              |                       |                             |                         |                           |

|                                               |                      |
|-----------------------------------------------|----------------------|
| Volúmen entrado en 40 horas. . . . .          | 51.422.400'00        |
| Volúmen salido en el mismo tiempo. . . . .    | 11.768.360'00        |
| Volúmen almacenado en el vaso. . . . .        | <u>39.474.084'00</u> |
| Capacidad del vaso hasta la altura alcanzada. | 40.914,539'00        |



## AVENIDA NUMERO 2.

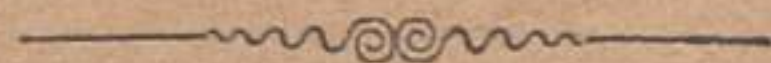
Los mismos orificios que en el caso anterior.

| Núm. de orden.   | Duración. Segundos. | VOLUMENES    |               |              | Areas del vaso. | Incremento del nivel. | Altura del nivel. | Gastos por segundo. |
|------------------|---------------------|--------------|---------------|--------------|-----------------|-----------------------|-------------------|---------------------|
|                  |                     | Alimentación | Evacuación    | Depositados. |                 |                       |                   |                     |
| 0                | "                   | "            | "             | "            | "               | "                     | 25,00             | 70,70               |
| 1. <sup>a</sup>  | 10.800              | 518.400      | 763.360,0     | 245.160,0    | 1.203.360,0     | 0,20                  | 24,80             | 69,28               |
| 2. <sup>a</sup>  | 7.200               | 990.000      | 509.760,0     | 480.240,0    | 1.192.000,0     | 0,40                  | 25,20             | 69,58               |
| 3. <sup>a</sup>  | 7.200               | 2.034.000    | 515.160,0     | 1.518.840,0  | 1.245.000,0     | 1,21                  | 26,41             | 71,70               |
| 4. <sup>a</sup>  | 3.600               | 1.566.000    | 255.072,94    | 1.310.920,0  | 1.226.902,40    | 0,98                  | 27,40             | 74,03               |
| 5. <sup>a</sup>  | 3.600               | 1.800.000    | 260.119,0     | 1.539.881,0  | 1.361.000,0     | 1,13                  | 28,53             | 75,52               |
| 6. <sup>a</sup>  | 3.600               | 1.800.000    | 269.434,0     | 1.530.566,0  | 1.445.000,0     | 1,06                  | 29,59             | 76,99               |
| 7. <sup>a</sup>  | 10.800              | 4.816.800    | 836.403,0     | 3.980.397,0  | 1.530.000,0     | 2,60                  | 32,19             | 79,28               |
| 8. <sup>a</sup>  | 14.400              | 4.622.400    | 1.159.796,0   | 3.462.604,0  | 1.676.000,0     | 2,60                  | 34,25             | 81,80               |
| 9. <sup>a</sup>  | 32.400              | 6.885.000    | 2.698.421,0   | 4.196.579,0  | 1.798.000,0     | 2,32                  | 36,57             | 85,83               |
| 10. <sup>a</sup> | 28.800              | 4.320.000    | 2.471.898,0   | 1.848.102,0  | 1.965.000,0     | 0,94                  | 37,51             | 84,66               |
| 11. <sup>a</sup> | 43.200              | 4.320.000    | 3.726.172,0   | 593.828,0    | 2.046.000,0     | 0,29                  | 37,80             | 86,00               |
|                  |                     | 33.672.600   | 13.465.602,94 |              |                 |                       |                   |                     |

|                                                              |               |
|--------------------------------------------------------------|---------------|
| Volúmen entrado en 26 horas. . . . .                         | 33.672,600,00 |
| Volúmen salido en 46 horas. . . . .                          | 13.465,602,94 |
| Volúmen guardado por el vaso. . . . .                        | 20.206,997,06 |
| Cabida en el vaso desde la curva 90 hasta la 127,80. . . . . | 20.206,997,06 |



# PANTANO DE LOS VIZCAINOS



Cálculo de las curvas de gastos.

---

El zócalo de la presa está en la curva 98,00, la altura de la misma 40 metros contando con el Dado.

Se supone que el vaso está lleno hasta los 32 metros en el principio de la avenida.

Hay un orificio de  $1,60 \times 2,50 = 4^2,0$  área cuyo centro de gravedad está á 0,80 sobre el zócalo.

Hay otro orificio de  $0,70 \times 1,0 = 0,70^2$  centro de gravedad á 20 metros id.

Y un aliviadero de superficie de  $15^m$  de longitud, cuyo suelo está á  $36,17^m$  sobre id.

## FÓRMULAS

$$Q = 14,14 \sqrt{h}$$

$$Q = 2,29 \sqrt{h}$$

$$Q = 30 h \sqrt{h}$$

| Núm. de orden.  | Duración Segundos | VOLÚMENES.    |              |              | Areas del vaso. | Incremento del nivel. | Altura del nivel. | Gastos por segundo. |
|-----------------|-------------------|---------------|--------------|--------------|-----------------|-----------------------|-------------------|---------------------|
|                 |                   | Alimentacion. | Evacuacion.  | Depositados. |                 |                       |                   |                     |
| 0               | »                 | »             | »            | »            | »               | »                     | 32,00             | 79,04               |
| 1. <sup>a</sup> | 25.200            | 1.008.000,0   | 2.016.000,0  | 1008.000,0   | 1270.000,0      | 0,79                  | 31,21             | 78,05               |
| 2. <sup>a</sup> | 14.400            | 1.728.000,0   | 1.137.600,0  | 590.400,0    | 1265.000,0      | 0,46                  | 31,67             | 78,62               |
| 3. <sup>a</sup> | 7.200             | 1.980.000,0   | 576.800,0    | 1403.160,0   | 1336.000,0      | 1,05                  | 32,72             | 79,90               |
| 4. <sup>a</sup> | 3.600             | 1.719.000,0   | 295.200,0    | 1423.800,0   | 1400.000,0      | 1,01                  | 33,73             | 81,16               |
| 5. <sup>a</sup> | 7.200             | 4.140.000,0   | 600.600,0    | 3593.340,0   | 1509.000,0      | 2,34                  | 36,17             | 84,27               |
| 6. <sup>a</sup> | 14.400            | 6.840.000,0   | 2.100.528,0  | 4739.472,0   | 1693.472,0      | 2,80                  | 38,97             | 238,69              |
| 7. <sup>a</sup> | 25.200            | 7.875.000,0   | 6.601.644,0  | 1273.356,0   | 1822.000,0      | 0,69                  | 39,66             | 294,90              |
| 8. <sup>a</sup> | 36.000            | 6.666.000,0   | 8.847.000,0  | 2181.000,0   | 1807.000,0      | 1,20                  | 38,46             | 222,20              |
| 9. <sup>a</sup> | 21.600            | 2.052.000,0   | 3.705.696,0  | 1653.696,0   | 1726.600,0      | 0,95                  | 37,51             | 142,39              |
|                 |                   | 34.008.000,0  | 25.881.068,0 |              |                 |                       |                   |                     |

Volúmen que entra en el vaso en 43 horas. . . . . 34.008.000,00  
 Volúmen que sale en el mismo tiempo. . . . . 25.881.128,00  
 Diferencia ó volúmen detenido por el vaso. . . . . 8.126.872,00  
 Capacidad entre las curvas 32 y 37,51, volúmen que de ser igual al anterior. 8.279.000,00  
 Volúmen que llega al vaso despues de cerrar los orificios. . . . . 2.419.200,00  
 Capacidad entre las curvas 37,51 y 40. . . . . 4.449,000,00  
 Cabe pues holgadamente toda el agua que entra hasta la altura 59, en que termina la zona 10.<sup>a</sup>



## AVENIDA ORDINARIA.

Los mismos orificios que en el caso anterior.

| Núm.<br>de<br>orden. | Duracion.<br>Segundos | VOLÚMENES     |             |              | Areas<br>del<br>vaso. | Incremento<br>del<br>nivel. | Altura<br>del<br>nivel. | Gastos<br>por<br>segundo. |
|----------------------|-----------------------|---------------|-------------|--------------|-----------------------|-----------------------------|-------------------------|---------------------------|
|                      |                       | Alimentacion. | Evacuacion. | Depositados. |                       |                             |                         |                           |
| 0                    | »                     | »             | »           | »            | »                     | »                           | 32,00                   | 79,04                     |
| 1. <sup>a</sup>      | 25.200                | 1.080.000     | 2.016.000   | 1.008.000    | 1.270.000             | 0,79                        | 31,21                   | 78,05                     |
| 2. <sup>a</sup>      | 14.400                | 1.728.000     | 1.137.600   | 590.400      | 1.265.000             | 0,46                        | 31,67                   | 78,62                     |
| 3. <sup>a</sup>      | 10.800                | 2.808.000     | 984.636     | 1.823.364    | 1.347.000             | 1,36                        | 33,03                   | 87,51                     |
| 4. <sup>a</sup>      | 3.600                 | 1.210.000     | 322.524     | 887.476      | 1.405.000             | 0,63                        | 33,66                   | 90,01                     |
| 5. <sup>a</sup>      | 18.000                | 4.250.000     | 1.835.100   | 3.114.900    | 1.496.000             | 1,41                        | 35,07                   | 92,48                     |
| 6. <sup>a</sup>      | 25.200                | 4.410.000     | 2.380.400   | 2.029.600    | 1.556.000             | 1,30                        | 36,37                   | 97,56                     |
| 7. <sup>a</sup>      | 36.000                | 4.320.000     | 3.681.720   | 638.280      | 1.618.000             | 0,39                        | 36,76                   | 108,90                    |
| 8. <sup>a</sup>      | 21.600                | 1.782.000     | »           | »            | »                     | »                           | »                       | »                         |
| 9. <sup>a</sup>      | 57.600                | 2.563.000     | »           | »            | »                     | »                           | »                       | »                         |
|                      |                       | 24.851.000    | 12.357.980  |              |                       |                             |                         |                           |

|                                                                        |               |
|------------------------------------------------------------------------|---------------|
| Volúmen entrado en 37 horas. . . . .                                   | 20.506.000,00 |
| Volúmen salido en 37 horas hasta que se cierran los orificios. . . . . | 12.357.980,00 |
| Guardado por el vaso. . . . .                                          | 8.148.020,00  |
| Caben entre las curvas 32, 37 y 76. . . . .                            | 7.038.000,00  |





# PANTANO DE CALASPARRA

Cálculo de las curvas de gastos.

|   |        | AVENIDA NUMERO 1 |           |           |          |      |       |        |
|---|--------|------------------|-----------|-----------|----------|------|-------|--------|
| 8 | 35'400 | 3'028'000        | 4'201'850 | 1'005'850 | 800'000  | 1'80 | 30'21 | 80'80  |
| 7 | 51'000 | 3'210'000        | 4'381'400 | 1'171'400 | 800'000  | 1'00 | 35'31 | 181'08 |
| 6 | 18'000 | 4'200'000        | 2'300'000 | 800'000   | 880'000  | 0'55 | 33'31 | 521'50 |
| 5 | 1'500  | 3'800'000        | 4'084'500 | 3'512'304 | 0'16'000 | 5'43 | 31'53 | 338'20 |
| 4 | 1'800  | 1'410'000        | 1'601'811 | 1'510'020 | 220'000  | 1'02 | 31'80 | 120'05 |
| 3 | 1'200  | 1'152'000        | 1'201'150 | 0'34'280  | 0'50'000 | 1'21 | 30'12 | 21'20  |
| 2 | 1'500  |                  |           |           | 310'000  | 1'80 | 58'22 | 85'30  |
| 1 | 14'300 |                  |           |           | 350'000  | 1'03 | 31'03 | 08'21  |
|   |        |                  |           |           | 300'000  |      | 30'00 | 05'10  |

La presa tiene 34,50 metros de altura.  
 El nivel del embalse está a 20 metros en el origen de la avenida.

**FÓRMULAS**

$Q = 14,14 \sqrt{h}$  Hay un orificio de 4,<sup>m</sup>0 de superficie, su centro de gravedad á 0,<sup>m</sup>80 sobre el zócalo.

$Q = 2,29 \sqrt{h}$  Otro orificio de toma de 0,<sup>m</sup>70 á id. á 20 metros del zócalo.

$Q = 30 h \sqrt{h}$  Un vertedero de 15<sup>m</sup> de longitud; el umbral á 30, 15<sup>m</sup> sobre el zócalo.

| Núm. de orden.  | Duración Segundos | VOLUMENES     |             |              | Areas del vaso. | Incremento del nivel. | Altura del nivel. | Gastos por segundo. |
|-----------------|-------------------|---------------|-------------|--------------|-----------------|-----------------------|-------------------|---------------------|
|                 |                   | Alimentacion. | Evacuacion. | Depositados. |                 |                       |                   |                     |
| 0               | »                 | »             | »           | »            | 200.000         | »                     | 20,00             | 62,70               |
| 1. <sup>a</sup> | 14,400            | 1.260.000     | 902.016     | 357.984      | 220.000         | 1,63                  | 21,63             | 68,54               |
| 2. <sup>a</sup> | 7,200             | 2.160.000     | 527.544     | 1.632.456    | 340.000         | 4,80                  | 28,58             | 82,39               |
| 3. <sup>a</sup> | 1,800             | 1.125.000     | 150.120     | 974.880      | 620.000         | 1,57                  | 30,15             | 84,56               |
| 4. <sup>a</sup> | 1,800             | 1.440.000     | 199.944     | 1.240.056    | 750.000         | 1,65                  | 31,80             | 150,02              |
| 5. <sup>a</sup> | 7,200             | 3.960.000     | 1.684.296   | 2.275.704    | 940.000         | 2,43                  | 34,23             | 338,50              |
| 6. <sup>a</sup> | 18,000            | 4.500.000     | 5.400.000   | 900.000      | 980.000         | 0,92                  | 33,31             | 257,26              |
| 7. <sup>a</sup> | 21,600            | 3.510.000     | 4.487.400   | 977.400      | 900.000         | 1,00                  | 32,31             | 181,68              |
| 8. <sup>a</sup> | 32,400            | 3.059.000     | 4.561.920   | 1.502.920    | 800.000         | 1,80                  | 30,51             | 90,80               |
|                 |                   | 21.014.000    | 17.913.240  | »            | »               | »                     | »                 | »                   |

Volúmen entrado en el depósito en 29 horas. . . . . 21.014.000,00

Volúmen evacuado en el mismo tiempo. . . . . 17.913.240,00

Volúmen depositado por el vaso. . . . . 3.100.760,00

El volúmen almacenado es por otra parte igual al comprendido entre la curva 20 y la 30,51 = 3.208.605,00 que no difiere mucho del anterior.

Pueden cerrarse las compuertas antes, para conservar un volúmen mayor para el riego,



## AVENIDA NUMERO 2.

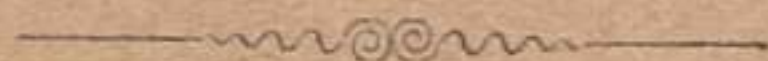
Identicas condiciones que en el caso anterior.

Se supone cerrada la toma situada á 20 metros de altura.

| Núm.<br>de<br>órden. | Duración<br>Segundos | VOLUMENES     |             |              | Areas<br>del<br>vaso. | Incremento<br>del<br>nivel. | Altura<br>del<br>nivel. | Gastos<br>por<br>segundos. |
|----------------------|----------------------|---------------|-------------|--------------|-----------------------|-----------------------------|-------------------------|----------------------------|
|                      |                      | Alimentacion. | Evacuacion. | Depositados. |                       |                             |                         |                            |
| 0                    | »                    | »             | »           | »            | 200.000               | »                           | »                       | 62,70                      |
| 1. <sup>a</sup>      | 14,400               | 1.260.000     | 902.056     | 357.984      | 220.000               | 1,63                        | 21,63                   | 68,54                      |
| 2. <sup>a</sup>      | 7,200                | 1.600.000     | 478.512     | 1.121.488    | 300.000               | 3,65                        | 25,28                   | 69,71                      |
| 3. <sup>a</sup>      | 3,600                | 1.890.000     | 250.000     | 1.640.000    | 480.000               | 3,41                        | 28,69                   | 74,51                      |
| 4. <sup>a</sup>      | 3,600                | 1.800.000     | 273.000     | 1.526.400    | 750.000               | 2,03                        | 30,72                   | 77,06                      |
| 5. <sup>a</sup>      | 3,600                | 1.170.000     | 369.684     | 800.316      | 780.000               | 1,06                        | 31,78                   | 141,06                     |
| 6. <sup>a</sup>      | 7,200                | 1.656.000     | 1.774.176   | 481.824      | 830.000               | 0,58                        | 32,36                   | 188,20                     |
| 7. <sup>a</sup>      | 3,600                | 720.000       | 684.000     | 36.000       | 830.000               | 0,04                        | 32,40                   | 189,00                     |



# PANTANO DE VAL-DE-ENFIERNO



Cálculo de las curvas de gasto.



## FÓRMULAS

$$Q = 7,08 \sqrt{h}$$

$$Q = 7,54 \sqrt{h}$$

$$Q = 2,30 \sqrt{h}$$

$$Q = 36 h \sqrt{h}$$

La presa tiene 46 metros de altura desde el zócalo hasta la coronación del Dado.

Se supone el nivel del vaso á 35 metros en el origen de la avenida.

Un orificio de 2,<sup>m</sup>20 centro de gravedad á 0,80 sobre el zócalo.

Otro orificio de 2,<sup>m</sup>2 13 de superficie, centro de gravedad á 20,<sup>m</sup>0 sobre el zócalo.

Otro orificio de 0,<sup>m</sup>2 65 superficie, centro de gravedad á 29 id.

Dos vertederos de 9 metros de longitud, su umbral á la cola de 41,00 metros.

| Núm. de orden.   | Duración. Segundos. | VOLUMENES    |             |             | Areas del vaso. | Incremento del nivel. | Altura del nivel. | Gastos por segundo. |
|------------------|---------------------|--------------|-------------|-------------|-----------------|-----------------------|-------------------|---------------------|
|                  |                     | Alimentación | Evacuación  | Diferencia. |                 |                       |                   |                     |
| 1. <sup>a</sup>  | 25.200              | 882.000      | 1.901.844,0 | 1.019.844   | 1.409.000       | 0,92                  | 35,00             | 76,58               |
| 2. <sup>a</sup>  | 21.600              | 1.803.600    | 1.601.208,0 | 202.392     | 1.079.400       | 0,18                  | 34,08             | 74,29               |
| 3. <sup>a</sup>  | 9.000               | 1.674.000    | 673.650,0   | 1.000.350   | 1.102.000       | 0,90                  | 33,90             | 73,89               |
| 4. <sup>a</sup>  | 5.400               | 2.106.000    | 413.540,0   | 1.692.460   | 1.182.000       | 1,43                  | 34,80             | 75,77               |
| 5. <sup>a</sup>  | 1.800               | 1.233.000    | 139.824,0   | 1.093.176   | 1.195.000       | 0,91                  | 36,23             | 78,81               |
| 6. <sup>a</sup>  | 3.600               | 3.060.000    | 296.100,0   | 2.764.900   | 1.346.000       | 2,05                  | 37,14             | 80,87               |
| 7. <sup>a</sup>  | 1.800               | 1.455.000    | 154.494,0   | 1.300.506   | 1.450.400       | 0,88                  | 39,19             | 84,32               |
| 8. <sup>a</sup>  | 1.800               | 1.305.000    | 156.726,0   | 1.148.274   | 1.510.000       | 0,80                  | 40,07             | 85,83               |
| 9. <sup>a</sup>  | 1.800               | 1.155.000    | 161.118,0   | 993.882     | 1.568.700       | 0,63                  | 40,87             | 89,03               |
| 10. <sup>a</sup> | 10.800              | 5.238.000    | 1.742.000,0 | 3.496.000   | 1.668.000       | 2,10                  | 41,50             | 100,94              |
| 11. <sup>a</sup> | 18.000              | 5.490.000    | 4.691.520,0 | 798.480     | 1.760.000       | 0,44                  | 43,60             | 242,10              |
| 12. <sup>a</sup> | 4.800               | 1.114.000    | 1.251.070,0 | 137.000     | 1.750.000       | 0,07                  | 44,04             | 280,46              |
| 13. <sup>a</sup> | 24.000              | 4.430.000    | 5.803.200,0 | 1.373.200   | 1.740.000       | 0,78                  | 43,97             | 275,56              |
| 14. <sup>a</sup> | 28.800              | 3.384.000    | 4.989.888,0 | 1.605.888   | 1.683.000       | 0,95                  | 43,19             | 207,81              |
| 15. <sup>a</sup> | 43.200              | 2.700.000    |             |             |                 |                       | 42,24             | 139,00              |
| 16. <sup>a</sup> | 64.800              | 1.620.000    |             |             |                 |                       |                   |                     |

|                                                                                                                      |               |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------|
| Volúmen entrado en 74 horas en el vaso. . . . .                                                                      | 38.649.600,00 |
| Volúmen transformado en 44 horas. . . . .                                                                            | 24.199.079,00 |
| Volúmen almacenado hasta que se cierran los orificios y vertederos. . . . .                                          | 14.450.521,00 |
| Esta última diferencia la componen.                                                                                  |               |
| 1.º Volúmen del vaso entre la curva 35 y la 42,24. . . . .                                                           | 10.045.400,00 |
| 2.º Volúmen de las zonas 15. <sup>a</sup> , y 16. <sup>a</sup> que quedan en el vaso al terminar la avenida. . . . . | 4.320.000,00  |
| En junto. . . . .                                                                                                    | 14.365.400,00 |





# PANTANO DEL QUIPAR

58 218 212 00  
 12 303 000 00  
 19 420 220 00  
 13 030 420 00  
 58 481 500 00

## Cálculo de las curvas de gastos:

|    |        |           |           |           |           |      |       |        |
|----|--------|-----------|-----------|-----------|-----------|------|-------|--------|
| 15 | 14 700 | 310 800   | 1 713 188 | 1 758 308 | 5 834 000 | 0 70 | 30 52 | 83 50  |
| 11 | 10 500 | 422 800   | 1 880 150 | 1 205 558 | 1 020 000 | 0 22 | 30 02 | 108 22 |
| 10 | 18 200 | 5 381 700 | 5 888 000 | 201 222   | 3 030 000 | 0 18 | 32 45 | 141 83 |
| 8  | 3 000  | 220 500   | 501 300   | 351 210   | 5 800 000 | 0 10 | 32 28 | 140 80 |
| 8  | 51 000 | 2 402 000 | 5 088 000 | 5 202 000 | 5 820 000 | 0 04 | 32 18 | 141 05 |
| 5  | 10 800 | 2 030 000 | 802 820   | 5 225 000 | 5 252 000 | 1 20 | 30 21 | 103 01 |
| 0  | 2 700  | 3 115 200 | 330 330   | 3 103 101 | 5 210 000 | 1 50 | 31 81 | 02 05  |
| 2  | 3 000  | 5 205 000 | 551 400   | 5 320 000 | 5 100 000 | 0 08 | 33 20 | 03 03  |
| 4  | 1 500  | 3 820 000 | 3 820 000 | 3 820 000 | 3 820 000 | 0 00 | 33 20 | 03 03  |

La presa tiene 38 metros de altura desde el zócalo hasta la parte superior del Dado.

### FÓRMULAS

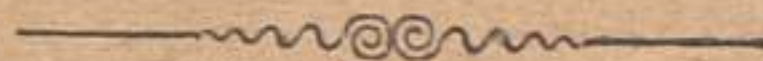
- El nivel del vaso está a 30 metros sobre el zócalo en el origen de la avenida.
- Tiene su orificio de  $2 \times 1 = 2^{\text{ms}}$ , su centro de gravedad está a 0,80 sobre el zampeado.
- Otro orificio de  $1 \times 0,70$ , su centro de gravedad a 8 m sobre idem.
- Otro igual su centro de id. a 20 m sobre idem.
- Un vertedero de 10 metros de longitud y suelo a 35 metros sobre idem.

| Núm. de orden.   | Duración Segundos | VOLÚMENES.    |             |              | Areas del vaso. | Incremento del nivel. | Altura del nivel. | Gastos por segundo. |
|------------------|-------------------|---------------|-------------|--------------|-----------------|-----------------------|-------------------|---------------------|
|                  |                   | Alimentación. | Evacuación. | Depositados. |                 |                       |                   |                     |
| 0                | 5.30              | »             | »           | »            | »               | »                     | 30.00             | 57.56               |
| 1. <sup>a</sup>  | 10.800            | 421.200       | 621.448     | 200.248      | 2.024.000       | 0,09                  | 29.91             | 57.42               |
| 2. <sup>a</sup>  | 7.200             | 669.600       | 621.448     | 48.152       | 2.024.000       | 0,02                  | 29.95             | 57.49               |
| 3. <sup>a</sup>  | 10.800            | 2.586.600     | 627.588     | 1.959.012    | 2.072.000       | 0.94                  | 30.99             | 59.27               |
| 4. <sup>a</sup>  | 7.200             | 3.870.000     | 430.700     | 3.439.300    | 2.118.000       | 1.62                  | 32.61             | 60.54               |
| 5. <sup>a</sup>  | 3.600             | 2.592.000     | 221.400     | 2.370.600    | 2.406.000       | 0.98                  | 33.59             | 63.63               |
| 6. <sup>a</sup>  | 5.400             | 3.442.500     | 339.336     | 3.103.164    | 2.510.000       | 1.25                  | 34.84             | 65.62               |
| 7. <sup>a</sup>  | 10.800            | 5.670.000     | 897.876     | 4.772.000    | 2.775.000       | 1,70                  | 36.54             | 103.94              |
| 8. <sup>a</sup>  | 21.600            | 5.497.000     | 2.698.000   | 2.797.000    | 2.956.000       | 0.94                  | 37.48             | 143.62              |
| 9. <sup>a</sup>  | 3.600             | 556.200       | 261.360     | 294.840      | 2.960.000       | 0.10                  | 37.58             | 146.80              |
| 10. <sup>a</sup> | 19.800            | 2.381.400     | 2.888.000   | 501.876      | 3.030.000       | 0.16                  | 37.42             | 141.87              |
| 11. <sup>a</sup> | 16.200            | 477.900       | 1.980.126   | 1.502.226    | 1.050.000       | 0.77                  | 36.65             | 108.55              |
| 12. <sup>a</sup> | 14.400            | 316.800       | 1.443.168   | 1,126.368    | 2.874.000       | 0.40                  | 36.25             | 93.26               |
|                  |                   | 28.481.200    | 13.030.450  |              |                 |                       |                   |                     |

Volúmen entrado en 37 horas (duración de la avenida). . . . . 28.481.200,00  
 Volúmen salido en el mismo tiempo. . . . . 13.030.450,00  
 Volúmen depositado por el vaso . . . . . 15.450.750,00  
 Caben entre las curvas 30 y 36,25. . . . . 15.307.000,00  
 Idem entre la 25 y 38. . . . . 28.516.515,00  
 Luego el vaso puede guardar toda la avenida siempre que el nivel en el principio de ella no pase de 25 metros de altura.



# PANTANO DE AGUA-AMARGA



Cálculo de las curvas de gastos.



## FÓRMULAS

$$Q = 7,54 \sqrt{h}$$

$$Q = 5,32 \sqrt{h}$$

$$Q = 1,18 \sqrt{h}$$

$$Q = 20 h \sqrt{h}$$

La presa tiene 41, <sup>m</sup>50 de altura desde el zócalo hasta la parte superior del Dado. En el origen de la avenida se supone que el nivel llega á la curva 30.<sup>ms</sup>,

Hay un orificio de 1, <sup>m</sup>25 de altura por 1, <sup>m</sup>25 de ancho, su centro de gravedad á 0, <sup>m</sup>80 del zócalo.

Otro orificio de 1, <sup>m</sup>50 de altura por 1 = 1,50 <sup>m</sup>2 á 10 metros sobre el zócalo.

Otro idem de 0,80 de diámetro = 0,65 de superficie, á 20 <sup>m</sup> sobre idem.

Hay un vertedero de 10<sup>m</sup> de longitud, cuyo suelo está á 38,60 <sup>m</sup> sobre el zócalo.

| Núm. de orden.   | Duración Segundos | VOLÚMENES.    |             |             | Areas del vaso. | Incremento del nivel. | Altura del nivel. | Gastos por segundo. |
|------------------|-------------------|---------------|-------------|-------------|-----------------|-----------------------|-------------------|---------------------|
|                  |                   | Alimentacion. | Evacuacion. | Diferencia. |                 |                       |                   |                     |
| 1. <sup>a</sup>  | 52.200            | 1.900.962     | 1661.436    | 239.526     | 514.700         | 0.46                  | 30.00             | 65.71               |
| 2. <sup>a</sup>  | 21.600            | 1.600.344     | 1.437.264   | 163.080     | 528.700         | 0,30                  | 30.46             | 66.76               |
| 3. <sup>a</sup>  | 21.600            | 1.685.025     | 1.450.665   | 234.369     | 543.400         | 0.43                  | 30.76             | 67.80               |
| 4. <sup>a</sup>  | 3.600             | 328.340       | 252.700     | 75.640      | 560.600         | 0.15                  | 31.19             | 68.25               |
| 5. <sup>a</sup>  | 10.800            | 1.852.416     | 743.256     | 1.109.160   | 606.300         | 1.81                  | 31.34             | 68.76               |
| 6. <sup>a</sup>  | 7.200             | 1.800.000     | 513.936     | 1,286.064   | 692.100         | 1.25                  | 33.15             | 72.55               |
| 7. <sup>a</sup>  | 10.800            | 2.903.040     | 801.036     | 2.102.004   | 824.000         | 2.55                  | 35.00             | 74.17               |
| 8. <sup>a</sup>  | 4.800             | 1.334.448     | 2.367.152   | 967.296     | 916.200         | 1,05                  | 37.55             | 77.03               |
| 9. <sup>a</sup>  | 24.000            | 5.800.440     | 2.736.400   | 3.064.040   | 1.043.800       | 2.90                  | 38.60             | 179.26              |
| 10. <sup>a</sup> | 28.800            | 4.994.064     | 5.188.944   | 194.880     | 1.148.000       | 0.14                  | 41.50             | 172.07              |
| 11. <sup>a</sup> | 21.600            | 2.041.200     | 3.204.704   | 1.163.504   | 1.167.000       | 0,98                  | 41.36             | 126.22              |
| 12. <sup>a</sup> | 36.000            | 1.080.000     | 3.363.000   | 2.283.000   | 996.800         | 2.20                  | 40.38             | 75.93               |
| 13. <sup>a</sup> | 36.000            | 360.000       | 2.742.800   | 2.382.800   | 859.700         | 2,70                  | 38.18             | 73.19               |

Volúmen de la avenida procedente de Val-de-Infierno en 24 horas. . . . . 24.199.079,0

Volúmen de las afluencias directas en id. . . . . 3.481.200,0

Total. . . . . 27.680.279,0

Volúmen salido en 74 horas. . . . . 24.463.293,0

Volúmen depositado ó sea diferencia entre ambas partidas. . . . . 3.216.986,0

Esto suponiendo que los orificios se cierran cuando el agua ha descendido en el vaso hasta la curva 35,48.

Si se cerrase cuando el nivel del depósito está á la altura de 38,18, que es lo que debe hacerse, tendríamos entonces que subiendo el agua á poco mas de 38,<sup>m</sup> 18 podríamos conservar para los riegos; 1.º el volúmen salido durante la última zona ó período. . . . .

2.742.800

Y el entrado en el período. . . . .

360.000

Total. . . . .

3.102.800

Además de la capacidad del vaso hasta la altura de 35,<sup>m</sup> 48.

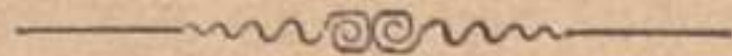
|                 |                  |                 |                  |            |                |                |                 |
|-----------------|------------------|-----------------|------------------|------------|----------------|----------------|-----------------|
| 13.             | 30.000           | 300.000         | 3.218.000        | 3.518.000  | 5.20           | 38.18          | 13.18           |
| 15.             | 30.000           | 7.080.000       | 3.303.000        | 7.000.000  | 5.50           | 40.38          | 22.83           |
| 11.             | 51.000           | 5.041.500       | 2.501.204        | 7.192.000  | 6.08           | 41.38          | 150.55          |
| 10.             | 52.800           | 4.021.024       | 2.428.844        | 6.450.000  | 6.14           | 41.20          | 155.04          |
| 9.              | 51.000           | 2.800.440       | 5.528.400        | 6.013.800  | 5.89           | 38.00          | 150.50          |
| 8.              | 7.800            | 1.331.148       | 3.283.125        | 4.614.273  | 4.02           | 31.22          | 11.03           |
| 7.              | 10.800           | 5.803.040       | 4.01.000         | 5.105.000  | 5.22           | 32.00          | 11.11           |
| 6.              | 1.500            | 1.200.000       | 2.12.830         | 1.522.000  | 4.82           | 33.12          | 15.22           |
| 2.              | 10.800           | 1.225.410       | 2.13.500         | 1.108.100  | 1.81           | 29.31          | 08.10           |
| 4.              | 3.000            | 338.840         | 325.100          | 22.540     | 0.12           | 31.18          | 08.52           |
| 3.              | 51.000           | 1.842.060       | 1.124.000        | 2.966.000  | 0.92           | 30.10          | 01.80           |
| 5.              | 51.000           | 1.200.244       | 1.23.521         | 1.183.080  | 0.50           | 30.10          | 00.10           |
| 1.              | 25.500           | 1.000.810       | 1.001.430        | 300.230    | 0.10           | 30.00          | 00.58           |
|                 |                  |                 |                  |            |                |                | 15.20           |
| orden de salida | orden de entrada | orden de salida | orden de entrada | Diferencia | altura de agua | altura de agua | orden de salida |
| или             | или              | или             |                  |            | или            | или            | или             |







# PANTANO DE TALAVE



Cálculo de las curvas de gastos.

|    |        |            |           |           |           |      |       |        |
|----|--------|------------|-----------|-----------|-----------|------|-------|--------|
| 11 | 73 500 | 0 820 000  | 1 100 000 | 5 501 100 | 5 742 000 | 0 34 | 41 58 | 180 28 |
| 10 | 58 800 | 0 810 000  | 1 000 000 | 438 000   | 5 228 000 | 2 78 | 43 00 | 530 15 |
| 8  | 35 400 | 15 420 000 | 1 000 000 | 1 021 000 | 5 330 000 | 3 58 | 45 48 | 550 48 |
| 8  | 11 700 | 8 700 000  | 1 000 000 | 1 552 080 | 5 058 000 | 3 21 | 38 50 | 81 08  |
| 1  | 0 800  | 8 070 000  | 1 000 000 | 1 200 250 | 1 270 000 | 4 42 | 32 03 | 85 80  |
| 0  | 3 000  | 3 570 000  | 1 000 000 | 5 301 000 | 1 221 000 | 1 81 | 31 18 | 11 11  |
| 0  | 3 000  | 5 115 000  | 1 000 000 | 5 202 510 | 1 431 000 | 1 32 | 50 31 | 12 04  |
|    |        |            |           | 1 330 000 | 1 330 000 | 1 12 | 51 20 | 13 10  |
|    |        |            |           | 1 312 000 | 1 312 000 | 1 51 | 50 41 | 11 20  |

FÓRMULAS

La altura de la presa es 43 metros.

$$Q = 14,14 \sqrt{h}$$

Se supone el vaso con 25 metros de agua al principio de la avenida, el zócalo está en la curva 90; tiene un orificio de 1,60 base y 2,50 altura = 4, m<sup>2</sup>0 áreas cuyo centro de gravedad está á 0,80 del zócalo.

$$Q = 20 h \sqrt{\frac{h}{D}}$$

Tiene un vertedero de 10. m de longitud cuyo umbral está á 39,20 metros sobre el zócalo.

| Núm. de orden.   | Duracion. Segundos | VOLÚMENES     |             |              | Areas del vaso. | Incremento del nivel. | Altura del nivel. | Gastos por segundo. |
|------------------|--------------------|---------------|-------------|--------------|-----------------|-----------------------|-------------------|---------------------|
|                  |                    | Alimentacion. | Evacuacion. | Depositados. |                 |                       |                   |                     |
| 0                | »                  | »             | »           | »            | »               | »                     | 25,00             | 70,70               |
| 1. <sup>a</sup>  | 10.800             | 518.400       | 763.560     | 245.160      | 1.203.360       | 0,20                  | 24,80             | 69,28               |
| 2. <sup>a</sup>  | 7.200              | 990.000       | 509.760     | 480.240      | 1.192.000       | 0,40                  | 25,20             | 69,85               |
| 3. <sup>a</sup>  | 7.200              | 2.034.000     | 515.160     | 1.518.840    | 1.245.000       | 1,21                  | 26,41             | 71,70               |
| 4. <sup>a</sup>  | 3.600              | 1.818.000     | 264.700     | 1.553.300    | 1.330.000       | 1,15                  | 27,56             | 73,10               |
| 5. <sup>a</sup>  | 3.600              | 2.772.000     | 266.760     | 2.505.240    | 1.431.000       | 1,75                  | 29,31             | 75,64               |
| 6. <sup>a</sup>  | 3.600              | 3.240.000     | 275.904     | 2.964.096    | 1.581.000       | 1,87                  | 31,18             | 77,77               |
| 7. <sup>a</sup>  | 0.800              | 8.640.000     | 870.480     | 7.769.520    | 1.746.000       | 4,45                  | 35,63             | 82,86               |
| 8. <sup>a</sup>  | 14.400             | 8.460.000     | 1.231.920   | 7.228.080    | 2.028.000       | 3,57                  | 39,20             | 87,65               |
| 9. <sup>a</sup>  | 32.400             | 12.150.000    | 4.498.400   | 7.651.600    | 2.330.000       | 3,28                  | 42,48             | 220,48              |
| 10. <sup>a</sup> | 28.800             | 6.840.000     | 6.362.000   | 478.000      | 2.558.000       | 0,18                  | 42,66             | 230,72              |
| 11. <sup>a</sup> | 43.200             | 6.480.000     | 8.771.760   | 2.291.760    | 2.445.000       | 0,94                  | 41,72             | 180,59              |
|                  |                    | 53.942.400    | 24.330.404  |              |                 |                       |                   |                     |

Volúmen entrado en 46 horas. . . . . 53.942.400,00

Volúmen salido en 46 horas. . . . . 24.330.404,00

Volúmen guardado por el vaso. . . . . 28.611.996,00

Caben en el mismo desde la curva 90 á la 131,72. 28.200.000,00



# PANTANO DE TAIVILLA



Cálculo de las curvas de gastos



AVENIDA NUMERO 1



La presa tiene 32 metros de altura.

El nivel del vaso se supone á 20 metros sobre el zócalo al principiar la avenida.

$Q = 14,14 \sqrt{h}$

Un orificio de limpia de 4 metros á 0,80 sobre el zócalo.

$Q = 2,29 \sqrt{h}$

Otro idem de 0,70 á 20 metros sobre el zócalo,

$Q = 30 h \sqrt{h}$

Un vertedero de 15 metros de longitud, su umbral á 29,20 sobre el zócalo.

| Núm. de orden.  | Duración Segundos | VOLUMENES     |             |             | Areas del vaso. | Incremento del nivel. | Altura del nivel. | Gastos por segundos. |
|-----------------|-------------------|---------------|-------------|-------------|-----------------|-----------------------|-------------------|----------------------|
|                 |                   | Alimentacion. | Evacuacion. | Diferencia. |                 |                       |                   |                      |
| 0               | »                 | »             | »           | »           | 310.000         | »                     | 20,00             | 61,75                |
| 1. <sup>a</sup> | 3,600             | 360.000       | 223.956     | 136.044     | 220.000         | 0,43                  | 20,43             | 62,21                |
| 2. <sup>a</sup> | 3,600             | 1.260.000     | 234.144     | 1.025.856   | 360.000         | 2,84                  | 23,27             | 66,74                |
| 3. <sup>a</sup> | 1,800             | 900.000       | 122.164     | 777.834     | 430.000         | 1,80                  | 24,37             | 69,28                |
| 4. <sup>a</sup> | 7,200             | 2.880.000     | 519.192     | 2.360.808   | 500.000         | 4,72                  | 29,69             | 77,06                |
| 5. <sup>a</sup> | 10,800            | 2.700.000     | 1.155.600   | 1.544.400   | 650.000         | 2,05                  | 31,74             | 165,63               |
| 6. <sup>a</sup> | 5,400             | 1.149.000     | 998.352     | 150.648     | 720.000         | 0,21                  | 31,95             | 184,88               |
| 7. <sup>a</sup> | 12,600            | 1.705.000     | 2.145.700   | 444.780     | 720.000         | 0,61                  | 31,34             | 142,40               |
| 8. <sup>a</sup> | 34,200            | 2.565.000     | 3.420.000   | 855.000     | 660.000         | 1,29                  | 30,05             | 82,81                |
|                 |                   | 19.519.000    | 8.819.108   |             |                 |                       |                   |                      |

Volúmen entrado en 22 horas en el embalse. . . . . 13.519.000,00

Volúmen salido en el mismo tiempo. . . . . 8.819.108,00

Volúmen almacenado. . . . . 4.599.892,00

El volúmen comprendido entre las curvas 20 y 30,50, es. . . . . 4.588.992,00

Que no difiere mucho del anterior.

Este será el volúmen almacenado para el riego, procedente de la avenida.

## AVENIDA NUMERO 2.

Este se le da el nombre de...

El volumen completo entre las curvas 30' 20' 62'

Volumen...

Volumen...

El vaso está en las condiciones anteriores.

Volumen...

7'288'885'00

7'288'885'00

8'818'108'00

13'218'000'00

| Núm. de orden. | Duracion Segundos | VOLÚMENES     |             |              | Areas del vaso. | Incremento del nivel. | Altura del nivel. | Gastos por segundo. |
|----------------|-------------------|---------------|-------------|--------------|-----------------|-----------------------|-------------------|---------------------|
|                |                   | Alimentacion. | Evaeuacion. | Depositados. |                 |                       |                   |                     |
| 0              | 3.600             | 360.000       | 223.956     | 136.044      | 220.000         | 0,43                  | 20,43             | 62,21               |
| 1.             | 3.600             | 1.080.000     | 230.400     | 849.600      | 380.000         | 2,23                  | 22,66             | 65,75               |
| 2.             | 1.800             | 720.000       | 120.384     | 599.616      | 400.000         | 1,49                  | 24,15             | 67,87               |
| 3.             | 7.200             | 1.656.000     | 505.944     | 1.150.000    | 450.000         | 2,55                  | 26,70             | 71,69               |
| 4.             | 10.800            | 1.531.000     | 784.944     | 746.056      | 500.000         | 1,49                  | 28,19             | 73,81               |
| 5.             | 18.000            | 1.600.000     | 1.332.000   | 268.000      | 530.000         | 0,50                  | 28,69             | 74,51               |





# PRESUPUESTOS.





# RESUMEN DEL PRESUPUESTO DE LAS OBRAS

## Primer grupo

Obras cuya construcción se propone.

|                                                                                                       | PTAS.            | CTS.      |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|-----------|
| Rehabilitación y recrecimiento del Pantano de Val-de-Infierno, . . . . .                              | 646,299          | 98        |
| Pantano de Agua Amarga. . . . .                                                                       | 1.896.183        | 87        |
| Aliviadero del Pantano de Puentes. . . . .                                                            | 83.149           | 42        |
| Corrección de torrentes en la cuenca del Luchena y del Velez (13.000 hectáreas á 60 pesetas). . . . . | 780.000          | 00        |
| Canal de derivación del Guadalentín . . . . .                                                         | 873.731          | 55        |
| Obras del Reguerón. . . . .                                                                           | 329.906          | 57        |
| Corrección de las ramblas de la región baja del Guadalentín (6.000 hectáreas á 60 pesetas). . . . .   | 360.000          | 00        |
| Pantano del rio Quipar. . . . .                                                                       | 473.406          | 78        |
| Pantano de Talave (rio Mundo), . . . . .                                                              | 1,281.787        | 91        |
| Obras de defensa en Orihuela. . . . .                                                                 | 78.432           | 91        |
| <b>TOTAL DEL PRIMER GRUPO. . . . .</b>                                                                | <b>6.802.898</b> | <b>99</b> |

## Segundo grupo

Obras cuya construcción se propone condicionalmente,

|                                                       |                  |           |
|-------------------------------------------------------|------------------|-----------|
| Pantano del Puente de los Vizcainos (Segura). . . . . | 881.431          | 12        |
| Id. de Calasparra (Caravaca). . . . .                 | 983.934          | 85        |
| Id. del Palomar (Tus) . . . . .                       | 506.745          | 25        |
| Id del Taivilla. . . . .                              | 462.273          | 05        |
| <b>TOTAL DEL SEGUNDO GRUPO . . . . .</b>              | <b>2.834.384</b> | <b>27</b> |

## Tercer grupo

### Obras complementarias.

|                                                                    | PTAS.     | CTS. |
|--------------------------------------------------------------------|-----------|------|
| Canal de la margen izquierda del Guadalen-<br>lentin. . . . .      | 1,844.313 | 27   |
| Id. id. derecha del id. . . . .                                    | 597.885   | 97   |
| Id. al campo de Cartagena. . . . .                                 | 791,756   | 14   |
| .Id. de Rotas . . . . .                                            | 768.565   | 81   |
| <p style="text-align: center;">TOTAL DEL TERCER GRUPO. . . . .</p> |           |      |
|                                                                    | 4.002.521 | 19   |

Asciende el presupuesto de las obras cuya construcción se propone, á la cantidad de seis millones ochocientas dos mil ochocientas noventa y ocho pesetas y noventa y nueve céntimos.

Zaragoza de Agosto de 1886.

El Ingeniero Jefe,

El Ingeniero,

RAMON GARCIA,

LUIS GAZTELU.

Asciende el presupuesto de los grupos segundo y tercero á la cantidad de seis millones ochocientas treinta y seis mil novecientas cinco pesetas cuarenta y seis céntimos.

Zaragoza de Agosto de 1886.

El Ingeniero Jefe,

El Ingeniero,

RAMON GARCIA.

LUIS GAZTELU.

Obras complementarias

| OTR | PTAS      |                                                    |
|-----|-----------|----------------------------------------------------|
| 97  | 1.844.313 | Canal de la margen izquierda del Guada-<br>lquivia |
| 97  | 607.825   | Id. id. derecha del id.                            |
| 14  | 781.766   | Id. al centro de Castuera                          |
| 81  | 708.505   | Id. de las                                         |

TOTAL DE OBRAS COMPLEMENTARIAS 4.002.410 PTAS.  
Asiende el presupuesto de las obras cuya construcción se propone a la cantidad de seis millones ochocientos mil ochocientos noventa y nueve pesetas y noventa y nueve céntimos.

## INFORMES OFICIALES

### SOBRE LOS PROYECTOS PRECEDENTES

RAMON GARCIA  
JUAN CASTELLU

Asiende el presupuesto de las obras segundo y tercero a la cantidad de seis millones ochocientos noventa y nueve pesetas y noventa y nueve céntimos.

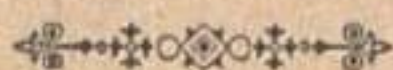
Zaragoza de Agosto de 1880.

El Ingeniero Jefe  
RAMON GARCIA  
JUAN CASTELLU



# INFORME

del Excmo. Ayuntamiento Constitucional de Murcia



La comisión de policía rural, en union del arquitecto municipal, ha examinado con todo el detenimiento posible é interés vivísimo que merece, el «Proyecto de obras contra las inundaciones» de manifiesto en la seccion de Fomento de esta provincia.

En este vastísimo y concienzudo trabajo, que los señores Ingenieros que lo suscriben titulan modestamente anteproyecto, con abundancia de datos y razonamientos, hijos de su no desmentida ilustracion, se hace un detenido estudio de las cuencas de los rios Guadalentín y Segura así como de sus afluentes; de las inundaciones que sus grandes avenidas han producido, y recogiendo todas las opiniones expresadas, en el congreso que se celebró en Murcia con este objeto, y Memorias publicadas por el Sr. Rico y Sinovas y otros y la de los señores Ingenieros, que en esta provincia estudiaron el fenómeno, así como las de las autoridades en la materia del extranjero, como son los Sres. Dupuit y Boulanguer, haciendo paragon entre las obras hechas en otros rios con igual objeto y teniendo en cuenta las especiales circunstancias de los nuestros, deducen de todo ello los medios apropiados de defensa que deben de adoptarse, huyendo de un sistema único, de los que con mas calor se defien-



den ó impugnan por los hombres de ciencia, que no los consideran aceptables en tésis general y solo aplicables para determinadas circunstancias, escogiendo, por lo tanto, para cada punto, el sistema mas oportuno, ya sea el pantano, ya el canal de derivacion, ya el dique etc. etc.

Conviene los autores del proyecto, en que efectivamente las inundaciones que causan efectos desastrosos en la vega del Segura, provienen principalmente de las avenidas del Guadalentín y no por que este rio traiga mas caudal de agua que el Segura, sino porque al llegar dicho rio al paso de los Carros, desaparece completamente su cáuce, desbordándose facilmente por que las tomas dispuestas, principalmente, en los Regajos, en el Nubla y Almanzora, no llenan fácilmente las condiciones debidas y contribuyen á los perjuicios que se lamentan, y por último, por que el cáuce llamado Regueron, que empieza en las puertas de Murcia, no tiene las dimensiones convenientes para contener el caudal de aguas que á él afluyen, ni aun disminuido este por las obras superiores de que el proyecto trata. En cambio el Segura, con mas caudal, pero encauzado como lo está en todo su recorrido, no ofrece estos peligros, sin que por ello entienda deba dejarse subsistir tal como lo está y no se hagan obras que embalsen y reduzcan el caudal de su avenida.

De las obras proyectadas para el Guadalentín, que pueden afectar á Murcia y sus riegos, figuran en primer término la rehabilitacion del pantano-de Val-de-infierno, construccion del de Agua-amarga y aliviadero de superficie del actual de puentes, aguas arriba de Lorca. En este punto se proyecta un canal de derivacion, que se titula «de la margen izquierda del Guadalentín» que pasando por junto á Totana por Alhama y Librilla, vá á desagüar junto á Alcantarilla, en la rambla denominada de las Zorreras.

Aguas abajo del mencionado rio, y enfrente de Totana, otro canal de derivacion lleva sus aguas á la rambla de Mazarron, bifurcándose antes para llevarlas por un nuevo canal hasta otra nueva division, de donde parten dos distintos canales, titulados «de la margen derecha», que contornea



las estribaciones del Norte de la sierra de Carrascoy, para desaguar en el barranco de Librilla, afluentes del Guadalentín y el denominado de «Cartagena», que cruza dando riego, á las tierras de la villa de Fuente-álamo y termina en la rambla llamada de Las Palas, afluente de la del Albujon.

En Sangonera se proyectan varias obras, todas destinadas á defender los terrenos y consisten en escolleras, estacados y zarzos, que contribuyen á la vez á recrecer las motas y formar nuevamente cáuce.

Desde las puertas de Murcia, es decir, en el Reguerón, se proyecta el ensanche del cáuce, regularización de su lecho y construcción de nuevos puentes para el Palmar y Aljezares, de un solo tramo y 24 metros de luz, y por último, desistiendo de la desviación de este cáuce, por creerlo de escasos resultados y de difíciles y costosas expropiaciones, hace una defensa en el rio Segura, en su margen opuesta ó izquierda, consistente en una escollera de cien metros de longitud.

Respecto al Segura se proponen la construcción de seis pantanos. Uno en él y los restantes en sus principales afluentes, que son los rios Tús, Taivilla, Mundo, Caravaca y Quipar, y por último la prolongación en 25 kilómetros de longitud de la acequia actual de Rotas, que la convierte en canal de derivación, para fertilizar los campos de Cieza.

Todas estas obras, con otras que no afectan á Murcia, las consideran clasificadas en tres grupos: primero, obras que se oponen directamente al desbordamiento; segundo, las que modifican el régimen de las aguas, rebajando su nivel máximo, y tercero, medios indirectos; perteneciendo al primer grupo los diques longitudinales, al segundo los depósitos, canales de derivación, repoblación de montes, diques transversales, zanjás horizontales y encauzamientos naturales, y al tercero, aquellas que no evitan, pero hacen llevaderos los perjuicios, que son las compañías de Seguros, reglamentación de las zonas inundadas y la elección de cultivos.

Por la falta de datos metereológicos é hidrológicos, ofrece dudas el resultado práctico de estas obras, y los autores de

proyecto, reservándose hacer un estudio mas minucioso de estas, y la obtencion de datos seguros que los ilustren, respecto á la mas conveniente que deba hacerse, están dispuestos á aumentar ó disminuir, reformar, ampliar ó suprimir los medios propuestos, segun lo vayan aconsejando la observación y la experiencia. Las han dividido en dos períodos para su ejecución, en la forma siguiente:

*Primer periodo en el Guadalentín*

- Pantano de Val-de-Infierno.
- Desagüe del Pantano de Puentes.
- Muro en Lorca.
- Defensa del terreno (una parte.)
- Obras en el Regueron (excepcion hecha de su ensanche).

*Estudio y observaciones.*

- En el Segura.
- Obras de Orihuela.
- Pantano de Talave.
- Idem del de Quipar.
- Estudio y observaciones.

*Segundo periodo en el Guadalentín.*

- Pantano de Agua-amarga.
- Derivación del Guadalentín en Totana.
- Ensanche del Regueron.
- Defensa del terreno.
- Observaciones.

En su consecuencia y despues de todo lo expuesto, la comision que suscribe, no puede menos de hacerse solidaria de las mismas dudas que ofrece á los señores Ingenieros la realizacion de sus proyectos, preocupacion consignada en todo el discurso de la memoria, ante la lucha que ha de entablarse con los potentes elementos de la naturaleza, y como ellos, espera á que un estudio experimental, fije los derroteros que deban seguirse, con todas las ventajas apetecibles.

La comision se ha hecho cargo de las funciones que van á ejercer los pantanos en la disminucion de las avenidas,

puesto que estos serán unos almacenes que habrán de proveerse con los elementos que puedan perjudicar, reteniéndolos por el momento, para devolverlos, pasado el peligro, y aprovecharlos beneficiosamente, mejorando los riegos existentes; y, en este concepto, se complace en aceptar su construcción siempre que la buena fé, por parte del personal encargado de sus maniobras, norme sus funciones y queden siempre estas aguas retenidas á disposición de los regantes de los predios inferiores con derecho á ellas.

También consideran útiles los canales de derivación del Guadalentín, pero entiende, por lo que la práctica aconseja y hay que temer de la codicia humana, que en vez de tomar estos canales un nivel igual é inferior que el del lecho del río de donde han de partir y cuyas aguas tienden á aminorar, valiéndose de presas y compuertas que normen la entrada de las aguas en el canal, debiera adoptarse el sistema opuesto, ó sea dejar del todo libre el curso natural del río aun en sus avenidas pequeñas, para que las aguas lleguen á producir sus beneficios establecidos, principalmente en Sangonera, colocando la solera en un muro lateral, con toma abierta, que puede estar dispuesta para dejar pasar un volumen determinado de agua al canal y á un nivel conveniente, aquella, para que en él penetren solo las aguas de avenidas extraordinarias, medio mas sencillo y económico para su construcción y así no necesitan de personal que maniobre con compuertas y que evite los abusos ó descuidos, fáciles siempre, produciendo al mismo tiempo el efecto apetecido.

Reconoce la conveniencia de sustituir los actuales puentes sobre el Reguerón por otros de más luz y sin apoyo intermedio, que dejen expedito el paso de las aguas, si bien extraña que solo se mencionen los del Palmar y Aljezares, haciendo caso omiso de los restantes, como son los de Santa Catalina, Tiñosa, Los Pinos y Beniajan, en tan malas condiciones como el de Aljezares; y el del Palmar, en cambio, podría dejarse dadas sus condiciones de sólida construcción y teniendo en cuenta que el lecho del cáuce en aquel punto ha de bajar de un metro á uno veinte, por la reforma y nueva

construcción del sifón de la acequia de Beniaján que lo cruza cerca de dicho punto, y por lo tanto considera la comisión de necesidad la reforma de los demás mencionados puentes.

Opina también, que no solo debe hacerse el ensanche y regularización del cáuce citado, si que también sería beneficiosa la prolongación del mismo, pues siempre hará los efectos de un canal de derivación, aminorando el caudal que se acumula en el Segura, á su desagüe, que por esa parte desborda, inundando á los partidos del Puente de Tocinos, Santa Cruz, Llano de Brujas, Raal, Esparragal, Santomera y parte de Alquerias, llevando á Orihuela ese aumento de volúmen, que en otro caso y hecha la derivacion, pasaria por la villa de Beniel y desembocaria, sino en otros puntos mas convenientes, en los antiguos cáuces y Azarbe Mayor del Hurchillo, que vierte al Segura una legua abajo de la ciudad de Orihuela, como indica D. Rafael Mancha en su memoria de los riegos de la huerta de Murcia del año de 1836.

Deja la comision para lo último ocuparse del canal de Rotas, tanto por partir este del Segura, cuanto por haberlo hecho del mismo modo los señores Ingenieros en la memoria y en su consecuencia debe llamar especialmente la atencion de V. E., por afectar esta obra, de una manera directa y perjudicial, á los intereses de la vega de Murcia y á todas las comprendidas entre esta y la de Cieza.

Dicho canal solo por la forma que se proyecta, motiva la oposicion que se propone; consiste su construcción en la prolongacion de la actual acequia de Rotas, en un recorrido de nuevo cáuce de 25 kilómetros; y como quiera que esto implica un aumento considerable de la superficie regada y con ello el aumento de dotacion de aguas, considerando que la Acequia de Rotas las toma hoy directamente y en todo tiempo del Segura, tanto las turbias como las claras, no pueden consentirse que se aumente la necesidad de las segundas, y por consecuencia que el vertedero ó desagüe de dicha acequia venga á convertirse en dotacion permanente del nuevo canal, con perjuicio de nuestros intereses

en razón á que las sobras de los riegos actuales de la acequia vierten hoy de nuevo en el Segura.

En resúmen: la comision veria con gusto el que se comprendiera tambien en el primer grupo de obras el ensanche y prolongación del Reguerón; y por lo demás cree aceptable en principio todas las obras propuestas, siempre y cuando se tengan en cuenta las observaciones indicadas para todas ellas, exceptuando solo la del canal de Rotas, sino se varia y norma su proyecto á las condiciones que se han propuesto en general para todos los canales de derivacion.

V. E. sin embargo acordará etc.

Murcia 22 de Octubre de 1887.»

La comision municipal que ha emitido este informe aprobado por el Ayuntamiento, la componen los Sres, *D. Victor Soler.—D. Diego Salmerón.—D. José Illan Gonzalez.—Don Manuel Lopez Gomez.—D. Ricardo Lopez.*



# INFORME

que los comisionados nombrados por los señores de  
Cienra, Aparicio, Blanca, Ojeda, Uru y Alvarado, emiten  
sobre los proyectos de reformas en las mandaciones.

## INFORME

Los que suscriben, comisionados por el Ayuntamiento de  
Cienra y por los de Aparicio, Blanca, Ojeda, Uru y Alvarado, en la  
sección de reformas, cuya representación consta en la sección de  
reformas de este Gobierno civil, para el estudio del ante-  
proyecto de reformas de las mandaciones contra las mandaciones,  
presentado por el Sr. D. Ramón García, Hermano,  
de este Ayuntamiento, con fecha 1.º de Mayo del presente año, y  
exponer los motivos de las reformas de las mandaciones que  
nos proponen, así como el estudio de las obras que nos  
y la aprobación oficial, así como el estudio de las reformas  
por parte de los señores mandados, para que en ellas se  
revela el estudio profundo de los mandados, que según se  
degrada en la región y el singular modo en que se han  
elegido y combinado los medios más oportunos para reme-  
diarlos. Hecha esta manifestación de justicia y gratitud por  
el ilustre autor de los proyectos, y después de un largo  
concerniente a las obras del Gobernador, sobre los cuales  
habrán de emitir dictamen otras corporaciones, como ya  
donos a las proyectadas en la ciudad del Segura, que son  
las que nos interesan, debemos asentar, como principio evi-  
dente y por lo mismo incontestable, que dichas obras, tanto  
en este, como en todo proyecto racional de verdaderas reformas



# INFORME

que los comisionados nombrados por los pueblos de Cieza, Abarán, Blanca, Ojós, Ulea, y Alguazas, emiten sobre los proyectos de defensa contra las inundaciones.



ILUSTRÍSIMO SEÑOR:

Los que suscriben, comisionados por el Ayuntamiento de Cieza y por los de Abarán, Blanca, Ojós, Villanueva, Ulea y Alguazas, cuya representación consta en la sección de fomento de este Gobierno civil, para el estudio del anteproyecto de las obras de defensa contra las inundaciones, presentado por el Ingeniero jefe D. Ramón Garcia Hernandez, evacuando su cometido á V. S. con el debido respeto, exponen: Que previas las salvedades ó reclamaciones que mas adelante se dirán, el conjunto de las obras merece, no ya la aprobación oficial, sino la adhesión mas entusiasta por parte de los pueblos inundados, puesto que en ellas se revelan el estudio profundo de los males que afligen á esta desgraciada region, y el singular acierto con que se han elegido y combinado los medios mas oportunos para remediarlos. Hecha esta manifestación de justicia y gratitud para el ilustre autor de los proyectos, y dejando á un lado lo concerniente á las obras del Guadalentín, sobre los cuales habrán de emitir dictámen otras corporaciones, contra yéndonos á las proyectadas en la cuenca del Segura, que son las que nos interesan, debemos asentar, como principio evidente y por lo mismo incuestionable, que dichas obras, tanto en este, como en todo proyecto racional de verdadera defensa

contra las inundaciones, son el factor mas importante y necesario y de mayor y mas eficaz influjo y demás provechosos resultados para los pueblos inundados en general. Que las obras del Segura, aun supuesta la realización de las proyectadas en el Guadalentín, son necesarias para la defensa de Orihuela, lo prueba sólidamente el Sr. Garcia, en uno de los mejores y mas originales capítulos de su memoria. Que en el mismo supuesto, son mas que de altísima conveniencia, de verdadera necesidad para Murcia, se comprende fácilmente considerando que por unánime consentimiento, los mayores desastres han venido á Murcia por las avenidas simultáneas del Segura y del Guadalentín; que son escasísimas en número las avenidas ruinosas producidas solamente por el último de estos rios; y que es muy cierto, aunque no todos quieran confensarlo, que el Segura solo ha causado á Murcia, con sus frecuentes é impetuosas inundaciones, perjuicios sin cuento, ya arruinando casi siempre la gran obra de la Contraparada, llave maestra de sus riegos, y ocasionándole los gravísimos daños, de tener casi un siglo de secano su fértil huerta, como en la avenida de 1258; ya arrastrando el puente de piedra de la ciudad, bariendo el Malecón, enseñoreándose de la huerta, dejando ruinoso el Alcázar de la inquisición y derribando 100 varas de la pared que la defendia del rio y llevando los extragos á los conventos del Carmen Calzado y Capuchinos, como en el 1701; ya invadiendo el barrio de San Benito, causando muchas víctimas, derribando gran parte de la pared del Arenal y subiendo las aguas dentro de la iglesia del Carmen, á la altura del Altar Mayor, como en 1776; ya, en fin, en otras varias, arrastrando el puente de madera y los corredores de Valladolid y de Berástegui, y de la Fuente, destruyendo la acequia de Barreras y dejando en seco la huerta al mediodia, ó llevándose junto al puente una de las paredes del rio, ó desnivelando 30 codos las obras de la fachada de la Catedral. Pero, ¿á qué mas citas? Un escritor murciano, de quien tomamos las anteriores y que no puede ser tachado de parcial en este asunto, en su última obra



titulada «La Huerta de Murcia», desde la página 90 á la 97, registra 21 riadas producidas por los dos rios Segura y Guadalentín; 15 por el Segura solo; 9, sin determinar rio ni detalles, y 2 únicamente de solo el Guadalentín; de suerte, que, dejando á un lado las 9 que no se detallan, se vé que, de 38 avenidas extraordinarias, en 36 ha intervenido el Segura, y en 23 el Guadalentín; y que las avenidas de solo este último rio, en relacion con las de solo el Segura, guardan la proporción de 2 á 15, habiendo sido muchas de estas desastrosas para Murcia.

Queda, pues, probado hasta la evidencia que las obras de la cuenca del Segura son necesarias en todo caso, lo mismo para Orihuela que para la capital de nuestra provincia.

Mas aunque así no fuese; aun cuando Murcia y Orihuela no las necesitasen, estamos nosotros, están los pueblos situados á la parte superior de la Contraparada, 14 pueblos desde Alcantarilla á Calasparra, que como de todo punto imprescindibles y urgentes, las necesitan; pueblos que contribuyen, como el que mas, á levantar las cargas, así de la provincia, como del estado; pueblos que tambien tienen derecho á la vida; á que se les alivie en sus desgracias y á que se le atienda en sus necesidades; y estos pueblos demandan las obras del Segura, como su única tabla de salvación, contra el terrible enemigo que amenaza constantemente la tranquilidad de sus familias, y toda su prosperidad y riqueza. Los daños sufridos por estos pueblos arrojan cifras verdaderamente aterradoras. Solo Cieza en 10 años desde 1874 al 84 inclusive, ha sufrido por causa de las inundaciones sobre 600000 pesetas de perjuicios y las dos del 79 y 84 han causado á Calasparra, Cieza, Abarán y Ojós, únicos pueblos cuyos datos oficiales tenemos á la vista, la enorme suma de 1.899.114 pesetas de perjuicios, las obras pues, de que venimos hablando son urgentes y necesarias; y lo expuesto bastaria para justificarlo ante la razón y la justicia, el derecho y la humanidad. No se nos oculta, empero, que, entre los opositores sistemáticos, á toda obra

de defensa en el Segura, ha de haber quienes pretendan aducir contra los pantanos trasnochadas razones, que no supieron hacer valer en su día; pero no ahora, sino cuando en las cortes se debatió y aprobó la ley de pantanos y canales, en el año 70, debieron presentarlas, y debieron reproducirlas en el 83, cuando se discutió la ley de auxilio á las empresas de canales y pantanos de riego. Los pantanos, pues, son obras convenientes é indiscutibles, dentro del derecho constituido precisamente porque lo son dentro de la ciencia; y respecto á los proyectados por el Sr. Garcia en la cuenca del Segura, con el doble objeto de procurar la defensa contra las inundaciones y de favorecer los riegos de toda la zona inundada, podemos decir que vienen á realizar el voto de otro eminente ingeniero, el Sr. Llauradó, una de las primeras ilustraciones de nuestra patria en materias hidráulicas.

«Los pantanos artificiales, ha dicho este distinguido escritor, están llamados principalmente á desempeñar un papel importantísimo en el desarrollo progresivo del riego de las zonas agrícolas de nuestra costa de Levante, puesto que las corrientes naturales de la región Mediterránea poseen en su inmensa mayoría, un caudal de estiaje insuficiente para los cultivos hoy existentes; porque además del beneficio del riego no tiene el carácter necesario de permanencia para el ejercicio desembarazado de la actividad agrícola experta é inteligente que á dicha zona distingue; y finalmente porque se produce con desconsoladora frecuencia el triste fenómeno de verse comprometida la cosecha por los rigores de una sequía extremada, mientras que las aguas de turbión caen y desaparecen casi á un mismo tiempo, sin poder ser aprovechadas por los campos calcinados por una atmósfera seca y ardiente.»

Las obras, pues, de la cuenca del Segura no tienen oposición racional: están llamadas á remediar mayor número de males que todas las demás, y á producir mayores provechos á todos los pueblos inundados. Deben por tanto ser las primeras que se ejecuten, ó por lo menos comenzarse en el pri-

mer período, simultáneamente con las primeras que se intenten llevar á cabo.

Hasta aquí estamos sustancialmente de acuerdo con el ilustre autor de los proyectos; pero lo que no podemos menos de lamentar profundamente, y lo que en manera alguna podemos dejar pasar sin reclamación nuestra, es que no se haya terminado el estudio del Canal de Rotas, y que el proyecto acabado de este canal no figure entre las obras del primer período, ó al menos, la primera entre todas las del segundo.

Nos asisten para ello razones muy poderosas de las que solo indicaremos algunas.

Respetando, como se merecen, los legítimos derechos de los regantes inferiores, no ya al riego constante, sino al eventual producidos por las avenidas ordinarias; combinados los datos que ofrecen, por una parte el número actual de hectáreas de regadio en los terrenos inferiores, y por otra, los aforos hechos en el río, ya de las invernales, ya de las del estiaje, á la vez que el de las grandes avenidas, como las del 79, cuyo dato consigna el Sr. Garcia en su memoria, resulta demostrada la existencia de un inmenso caudal de aguas sobrantes que deberán almacenarse en los pantanos; y estas aguas, si no se utilizan en el Canal de Rotas fecundizando inmensos terrenos «calcinados por una atmósfera seca y ardiente», como dice el Sr. Llauradó, han de ir por precision á perderse esterilmente en el mar. Un solo pantano, el de Talave ó el del Quipar, bastaria para satisfacer á los regantes de Murcia y Orihuela las necesidades del estiaje; el otro serviria sin sombra de perjuicio para esos regantes, de dotacion fija de aguas al canal. Este, por consiguiente, es el complemento natural de los pantanos y debe seguirles inmediatamente, como consecuencia lógica y necesaria. Además, las obras de defensa no tendrán nunca su verdadero alcance y resultados positivos, si los cuantiosos gastos empleados en evitar perjuicios, no se convierten en verdaderos provechos, grandemente reproductivos, procurando así remediar á un tiempo, no solo los daños de las

inundaciones, sino los menos temibles de las sequias, otro azote de estas desgraciadas provincias; y estos resultados solo pueden conseguirse por medio del Canal de Rotas.

Terminado el estudio de esta obra, se veria que sus grandes beneficios eran generales, alcanzando á muchos pueblos de esta provincia y á otros de la vecina Alicante, que los terrenos regables son de los mas feraces de España, y que podria contribuir en parte á conjurar la crisis agrícola por que atraviesa nuestra nación, ofreciendo con todo ello al Estado, á los pueblos, ó á empresas privadas de regadio, de dentro y fuera de España, gran aliciente y poderoso estímulo para emprender su ejecución una vez terminados los pantanos.

Pedimos, pues, á la superioridad, que se complete el comenzado estudio del Canal de Rotas, y que se le incluya entre las obras del primer periodo, ó al menos, en primero y preferente lugar entre las obras del segundo.

Hecha esta reclamación en cumplimiento de nuestro deber y en nombre de los sagrados intereses que representamos, nos adherimos con entusiasmo á los proyectos de defensa presentados por el Sr. Garcia. Creemos que este eminente Ingeniero ha justificado una vez mas su gran reputación, dando al mundo científico en estos proyectos una gallarda muestra de su profundo saber y de su sentido práctico; y que por este solo trabajo merece las bendiciones de los pueblos inundados y la gratitud de la patria.

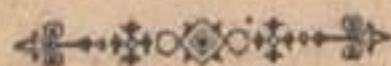
Cieza 28 de Octubre de 1887.—*Francisco Martinez Gonzalez.—José Gonzalez Perez.—Ramon Capdevila Marin.*—  
Ilustrísimo Sr. Gobernador civil de esta provincia de Murcia.



---

# INFORME

de la Excm. Diputación provincial, en los proyectos de obras contra las inundaciones de Levante.



La comision encargada de formular el dictámen que la corporación ha dado sobre los «Proyectos de las obras contra las inundaciones», que con frecuencia causan la ruina de esta hermosa vega, los ha examinado detenidamente, sino con la inteligencia necesaria para calificarlos, al menos con el interés que inspira su objeto y con el criterio de su buen deseo; pero aun así y todo no se linsojea de haber cumplido su cometido á satisfacción de V. E.

Las obras que se proyectan son tantas, están basadas en problemas tan científicos y cálculos matemáticos tan complicados, que seria una insensatez ridícula pretender resolverlos, ni seguir en ese camino á la comision de Ingenieros, que dirigidos en estos trabajos por el distinguido y experimentado jefe D. Ramón Garcia y su compañero D. Luis Gaztelu ha dado cima á tan improba como meritoria tarea.

Considerando el asunto de las inundaciones en tésis general los indicados facultativos, han querido dar una prueba mas de su erudicción y reconocida competencia, presentando á los lectores de su obra el exámen comparativo de los diferentes sistemas adoptados en varios paises extranjeros, principalmente en Francia, por ilustres ingenieros encargados allí, como ahora se pretende aquí, de prevenir los de-

sastrosos estragos de las inundaciones; y aunque el mismo confiesa con una ingenuidad que le honra, la insuficiencia relativa de todos ellos, el coste enorme de su ejecución y la seguridad de sus resultados positivos, se declara no obstante partidario de la construcción de pantanos allí donde la experiencia y la historia tengan acreditado que con mas frecuencia se produce el fenómeno meteorológico de las lluvias torrenciales, que no pudiendo ser contenidas en sus cáuces naturales por su excesiva cantidad y por la prontitud con que se desprenden, vienen á desbordarse y á inundar por consiguientes los terrenos inferiores. No lo fian todo sin embargo los precitados Ingenieros á la construcción de los pantanos, sino que adoptando una especie de eclecticismo entre los varios sistemas, se proponen secundar su benéfica influencia con otras obras auxiliares, digámoslo así, y complementarias de su vastísimo plan ya estableciendo diques longitudinales que fortifiquen las márgenes y ensanchen el álveo de los cáuces, que vienen á ser en último término el recipiente natural de todos sus afluentes, ya procurando derivaciones que sucesivamente vayan disminuyendo la masa total de aguas que por su volumen y rapidez de las corrientes amenazan desbordarse.

Esto es un brevísimo resumen y á grandes rasgos expresados lo que la comisión ha deducido de la extensa y luminosa memoria que precede á los planos que las acompañan y explican; haciendo caso omiso de estos, de las diferentes hipótesis y cálculos en que los han fundado y de los datos históricos y estadísticos con que toda la obra se haya enriquecida, porque ni la comisión tiene competencia para ello ni exacto conocimiento del tecnicismo empleado en muchos períodos, tan fácil y comunmente usado entre los hombres de ciencia, como extraño y difícil para los profanos á la misma.

Viniendo, pues, al caso concreto que motiva este informe, la comisión podrá ser algo mas explícita presentando á la deliberación de V. E. su parecer, fundada no solo en sus propias convicciones, si que tambien y mas principalmente

en los mismos datos, antecedentes y conclusiones sembrados con discreta crítica en algunos capítulos de la expresada memoria.

Entre las muchas hipótesis y problemas de que abunda este documento notable, descuellan dos afirmaciones que conviene recordar en este momento:

1.º Que las avenidas del río Segura por si solas no han causado jamás esas inundaciones tan desastrosas para esta vega y la de Orihuela, como las que registra la historia; pues aunque generalmente se hayan denominado riadas del Segura, rara vez se han experimentado daños de consideración mas arriba de la presa conocida vulgarmente por la Contraparada. Y si en lo antiguo pudo suceder de otra manera, no es probable que suceda hoy, que el aprovechamiento de sus aguas y las de sus afluentes está tan reglamentado que permite una múltiple distribución y por consiguiente una sucesiva derivación que disminuya la suma total de ellas; pues solo en el río Mundo, su principal afluente, hay construidas una multitud de presas que facilitan el riego de muchas hectáreas de tierra.

La segunda afirmación es que todos los desastres, todas las desgracias que cuenta la historia, originadas por las terribles inundaciones que han asolado el valle del Segura, entendiéndose por tal la extensa vega de Murcia y Orihuela, han sido siempre producidas por la inesperada é impetuosa avenida del río Guadalentín, de Lorca ó Sangonera (que con esta triple denominación es conocido de los naturales del país) cuyas aguas turbias y cenagosas se han abierto camino por los puntos de mas declives hasta venir á caer al Segura por mas arriba ó mas abajo de la ciudad, después de haber destruido todos los frutos y causado males sin cuento á su paso.

Sino tuviéramos otras pruebas y antecedentes históricos de esta verdad, bastaría hacer presente lo sucedido en las recientes inundaciones de los años 1879 y 84, que todos debemos recordar con espanto y acerba amargura.

Aun no nos habiamos apercibido de que el Segura tuviera

aumento sensible en su caudal ordinario, y la noche lúgubre del 14 de Octubre, cuando las aguas del Guadalentín habían invadido el partido de San Benito y plaza de Camachos, dejando arrasados á su paso todos los partidos rurales al Oeste de la ciudad desde Alcantarilla y enterrados bajo las ruinas de sus viviendas ó arrastrados por sus corrientes centenares de cadáveres; y si en la del 84 no hubo que deplorar tantas desgracias personales, fué debido á ser de dia cuando se verificó la inundación, si bien los daños materiales no fueron menores que en la primera. Y si apelamos á fechas mas antiguas, podemos presentar entre otras la que desde mediados del siglo XVII viene citándose como tipo, conocida por la *riada de San Calixto*, minuciosa y prolijamente descripta por un historiador testigo ocular de aquella catástrofe, de cuyo relato y el de otras que no hay para que enumerar, ahora, se han servido los señores ingenieros para deducir la afirmación que se ha indicado anteriormente, á saber; que todas las grandes inundaciones que han experimentado esta vega y la de Orihuela, hermanas siempre de un mismo infortunio, han sido ocasionadas por las avenidas impetuosas del Guadalentín, principal factor de estas trágicas escenas.

Hemos indicado repetidas veces, dicen los señores ingenieros, que las aguas y supresión del lecho del Guadalentín son la causa inmediata y principal de los grandes perjuicios que producen las inundaciones en Murcia. Pues bien, si esto es una verdad confirmada por tantos recuerdos históricos, la lógica y hasta el sentido comun nos indican que en este formidable cáuce es en el que con preferencia se han de emprender las obras conducentes á evitar en lo posible los males que ocasiona.

Este fué siempre el *desideratum* de las pasadas generaciones, este es el de la presente, y este por fortuna nuestra, es también el parecer de la comisión de ingenieros que con tanto discernimiento y suma de datos ha formado el proyecto para su ejecución.

Resumiendo: las que se proyectan en toda la cuenca del este rio y empezando por donde reciben las primeras aguas



afuentes al mismo por mas arriba de Lorca, las enumeran de la manera siguiente:

- 1.<sup>o</sup> El recrecimiento y habilitación del pantano de Val-de-Infierno.
- 2.<sup>o</sup> El pantano de Agua-Amarga,
- 3.<sup>o</sup> Aliviadero de superficie para el pantano de Puentes
- 4.<sup>o</sup> Canal de derivación del Guadalentín á la rambla de Mazarrón.
- 5.<sup>o</sup> Ensanche y regularización de las rasantas del Reguerón completado con las obras de fijación del cáuce á su entrada en el campo de Sangonera.

6.<sup>o</sup> Los canales de riego de la margen izquierda y de la derecha.

Si todas estas obras hubieran de emprenderse á un mismo tiempo, si desde luego se contara con los recursos necesarios para concluiras, la comisión se abstendria de proponer á V. E. que reclamase el privilegio de prioridad para ninguna de ellas; pero como esto no parece probable ni acaso sea posible, la prudencia aconseja consignar el parecer de la Diputación en este punto, á saber: que es mejor y mas congruente empezar por lo mas fácil para subir á lo difícil y por aquello que mas pronto puede calmar la ansiedad y el fundado temor de los habitantes de esta comarca, que impacientes esperan el comienzo de estas obras.

Es opinion generalmente arraigada en el pais, no de ahora solamente, sino de siglos atrás, de que una derivación de las corrientes del Guadalentín por la rambla de Mazarrón dándole salida al mar, evitaria ó por lo menos atenuaria los extragos que todas juntas causan, y si esta opinion es fundada y está ahora estudiada y confirmada por los señores Ingenieros, que han levantado los planos y cálculos y los presupuestos para su realización y hasta los metros cúbicos de agua que puede absorber en cada minuto ¿qué inconveniente puede haber en satisfacer las justisimas exigencias de la opinion pública, máxime si con ella no se altera el plan de las demás que se proponen en este grupo?

Sustraidas en efecto, por este canal de derivación en el

punto en que se proyecta frente á Totana, una buena cantidad de agua de las que por allí han afluido ya el Guadalentín, disminuido acaso por este medio su impetuosa velocidad, tal vez sea mas fácil enfrenar las restantes, practicando de seguida las demás obras que aguas abajo se proyectan en dicho rio, encauzándolo por medio de un dique longitudinal en su margen izquierda desde mas arriba del Paso de los Carros en Sangonera, por donde suele desbordarse hasta el trenque del Chillerón ó hasta donde mas convenga para que puedan las aguas distribuirse por los rios Almanzora y Nubla, que facilitan el riego á muchas tierras y entran las restantes en el Reguerón, que restaurado y mejorado en sus condiciones con las reformas proyectadas, podrán sin duda conducir mayor cantidad sin desbordarse hasta su incorporación con el Segura.

No han olvidado los señores Ingenieros el peligro que corren con esta vega los pantanos rurales de la parte de Levante de la misma, pues con el mayor placer ha observado la comisión, que se proponen fortificar la margen izquierda del Segura, reformando las motas y terraplenes que sirven de dique de contencion á las aguas supercrecientes.

Terminada esta primera campaña, digámoslo así, podrian abrirse los canales de riego á derecha é izquierda que se proyectan y completar el plan de las que deben ejecutarse en todo el trayecto de la cuenca del Guadalentín, si bien á la comisión se le ocurre una reflexión respecto á los pantanos, que trasmite á V.E. para que la estime en lo que valga. Sabido es que el Guadalentín, en circunstancias normales conduce muy pocas aguas continuas, que aunque no de muy buenas condiciones vienen á dar riego á las tierras sedientas de Sangonera, que despues necesitan dulcificarse con las turbias, que en moderadas crecidas suele traer dicho rio: y pudiera suceder, que aprovechando en absoluto para la construcción de los pantanos, todas las afluentes que lo forman en su origen, careciera de la cantidad necesaria para mantener viva su corriente. La comisión cree que los señores Ingenieros habrán tenido presente esta circunstancia

para no lastimar derechos antiguos y legítimamente adquiridos.

Terminado el estudio de las obras que se han proyectado en la cuenca del Guadalentín, que son las principales que deben desarrollarse, según el dictámen de los Sres. Garcia y Gaztelu, la comisión pasa á ocuparse de las que los mismos señores han proyectado en la cuenca del Segura.

Estas obras mas que contra las inundaciones, parece que tienen el laudable objeto de contener el caudal de aguas que en tiempos de lluvias abundantes conducen al cáuce del Segura sus afluentes, á fin de poderlas aprovechar en las épocas de escasez y de sequias. Así es, que se reducen á la construcción de seis pantanos en otros tantos afluentes y son:

Pantano del rio Quipar,

Idem de Talave.

Idem de Caravaca.

Idem del puente de los Vizcainos en el Segura.

Idem de Taivilla.

Idem del rio Tus.

Antes de que la comisión emitiese su parecer sobre este asunto, bueno es que conozca la Diputación lo que los mismos ingenieros expresan acerca de su construcción.

«No siendo posible dicen, conocer á *priori* las condiciones de los diversos emplazamientos, se hace necesario el estudio de todos los que existen, á fin de elegir con el debido convencimiento.» Claro está, continúan en otro párrafo, que no seria racional construir desde luego todos ellos y mas adelante, «la prudencia aconseja por otra parte elegir para empezar aquellas cuyo resultado es mas seguro y eficaz.»

Es visto, pues, que apesar de todos los estudios llevados á cabo, aun reina la incertidumbre de por donde se ha de empezar, para proceder por grados al desarrollo de todo el sistema, teniendo antes que aprovechar las lecciones de la experiencia y la observación.

Efectivamente; la idea de los pantanos, allí donde se experimentan prolongadas sequías seduce y fascina mirada bajo el punto de vista teórico, pero en descendiendo á la

práctica, suelen experimentarse desencantos y decepciones, que no se esperaban; por que ante todo hay que contar con el principal elemento del agua proveniente de las lluvias, que ni puede asegurarse que se verificarán, ni menos que guardarán cierta periodicidad que permita ir reconociendo el gasto que se haga de ese fluido. Un ejemplo recientemente puede presentar la comisión con el Pantano de Nijar, que por muchos años ha mantenido vivas las ilusiones de los accionistas, que con tan buenas esperanzas han sufragado los gastos que ocasionó su construcción. Pero aun suponiendo que todo salga á medida de nuestro deseo, la administración y régimen del aprovechamiento de esas aguas, vendrian envueltos en mil dificultades, por las razones que brevemente, y para no ser mas difusa va á exponer la comisión,

Sabido es que las aguas ordinarias del Segura, aun enriquecido con todos sus afluentes, son deficientes en todo tiempo para el riego de la extensa zona sometida al cultivo intenso muchos siglos há y que comprende todo el valle de Murcia y Orihuela hasta Guardamar: en el verano por la escasez extraordinaria que se experimenta, y en el invierno por que necesitan los cultivadores utilizar las aguas turbias procedentes de las lluvias mas ó menos abundantes que puedan ocurrir en la región alta de estos rios, para dulcificar las tierras bajas ensalobradas por la sucesiva filtración de las superiores, á cuyo ingenioso aprovechamiento deben el sostenimiento de su verdor mientras no se verifica esa benéfica trasformación. Pues bien; suprimida por el establecimiento de los pantanos la incorporación al Rio de sus afluentes naturales, en dia quizá en que más se necesiten abajo con el indicado objeto ¿no podrá producirse una perturbación lamentable en su régimen regularmente establecido, amparado por el derecho y la costumbre inmemorial? Y no se diga que esto se hace para evitar mayores males impidiendo la concurrencia de las corrientes de este rio, á fin de producir las inundaciones, pues probado está que jamás han sido ocasionadas por ellas.

Questiones son estas que acaso puede resolver la ciencia

en su día armonizando con la novedad todos los intereses creados; pero en el interín bueno será, en concepto de la comisión, que conste desde ahora que la diputación no se hace solidaria ni condicionalmente de los resultados adversos que puede dar el ensayo que se intente en lo sucesivo, no solo para la zona indicada si que tambien para los demás pueblos que aguas arriba de esta capital disfrutan del beneficio del riego.

Un punto solo queda que examinar á la comisión de los proyectados en la cuenca del Segura y es el relativo á la prolongación de la acequia de Rotas en Calasparra. Bastaría para darlo por resuelto copiar lo que acerca de ellos consignan los señores Ingenieros, ya en el penúltimo párrafo del artículo cuarto en que se ocupan de la *elección de las obras en el Segura*.

«Con el fin, dicen, de aprovechar en buenas condiciones las aguas que se almacenarán en los diversos pantanos del Segura y sus afluentes de la región alta, se ha estudiado *ligeramente* como todos los demás canales de riego un *ante proyecto* de prolongación de la acequia de Rotas en una longitud de 25 kilómetros, estudio que puede servir para dar una idea de las obras que en el porvenir pueden servir de útil complemento á las que se han proyectado como defensa contra las inundaciones.»

Es decir, que para que este pensamiento pueda elevarse á la categoría de proyecto definitivo, ha de preceder la construcción de los diversos pantanos proyectados en el Segura y sus afluentes de la region alta para que puedan contener almacenadas aguas suficientes. Y no podia ser de otra manera; por que las aguas que actualmente toma la acequia de Rotas por la margen izquierda del Segura mas arriba de Calasparra, despues de fertilizar la superficie regable que su desnivel permite, pertenecen de hecho y de derecho á los partícipes de la parte inferior y no podria introducirse tal novedad sin suscitar litigios y disgustos que deben evitarse y sin perturbar el régimen establecido para la equitativa distribución que viene rigiendo en las respectivas tomas de las acequias inferiores.

Seria, pues, quitar á unos lo que legítimamente les pertenece para darlos á otros que no pueden ostentar título alguno de posesión.

Mas aun suponiendo que se procediera á esta prolongación; suponiendo, que el rio tragera siempre de arriba aguas permanentes, que no las trae, y en cantidad suficiente para poder mejorar su toma sin perjuicio de los regantes inferiores, es posible que aun así quedarán ilusorias, las halagüeñas esperanzas de los que acarician el proyecto; porque en sentir del ilustre Ingeniero Sr. Garcia, que ha probado en estos proyectos ser tan perfecto conocedor de las ciencias exactas, como excelente agricultor, no basta para hacer regable un terreno, tener el agua suficiente sino que es necesario que este terreno se halle preparado en condiciones á propósito para recibirla con aprovechamiento. Es decir, que ha de estar perfectamente explanado y nivelado y convenientemente dividido en parcelas horizontales con sus canales de riego y otras circunstancias esencialísimas para el objeto.

Las condiciones topográficas de la zona interior á la terminación del canal actual de Rotas, acaso no permitan realizar esa modificación que seria costosísima y cuyas ventajas no podrian compensar los sacrificios que se hicieran para conseguirlo.

Resumiendo todo lo expuesto por la comisión en el cuerpo de este escrito, puede la Diputación en su concepto sentar las siguientes proposiciones:

1.<sup>a</sup> Que entre todas las obras proyectadas conviene dar comienzo por las del rio Guadalentín.

2.<sup>a</sup> Que en primer término la que reclama su preferencia es la del Canal de derivación por frente á Totana á la rambla de Mazarrón.

3.<sup>a</sup> Que mientras esta obra se realiza como ha de ser muy larga, convendrá fortificar la margen izquierda del rio en el Paso de los Carros y demás reformas que en esta región se proyectan, en previsión de que pudiera ocurrir alguna avenida durante aquel tiempo.

4.º Que con el mismo objeto deben adelantarse las reformas proyectadas en el cáuce del Reguerón y fortificar la margen izquierda del Segura frente al sitio en que aquel se le incorpora, así como los trenques por donde suele desbordarse en el partido del Raal.

5.º Que mientras no se esperimenten los efectos de estas obras no deben intentarse innovaciones en la región alta de la cuenca del Segura, ni en sus afluentes, que puedan perturbar el régimen establecido para el disfrute y aprovechamiento de sus aguas.

Este es el parecer de la comisión, no obstante, el cual la Diputación podrá tomar el acuerdo que mejor le parezca.

Murcia 18 de Febrero de 1888.



FIN DE LA TERCERA PARTE

236