

medio práctico de reparar un error cometido en la expedición de trenes, y que constituyen el único sistema preservativo que puede permitir á ciertas líneas de importancia accidental estratégica dar paso con seguridad á movimientos considerables de tropas y material.

No puede negarse que en nuestro país son relativamente pocas las desgracias que ocurren en los ferrocarriles; pero no es menos cierto, sin embargo, que no pasa año sin que deploramos algún choque de trenes, y bien reciente está el que ocasionó la muerte del insigne Ingeniero D. Angel Mayo, honra del Cuerpo á que pertenecía, y no hay para qué insistir en que todos estos accidentes se evitarían casi por completo con el empleo de las campanas eléctricas.

No puede alegarse como razón en contra de las campanas el poco tráfico de nuestras líneas comparadas con las de otras naciones; porque ya hemos dicho que en éstas se colocan las campanas en *todas* las líneas, lo mismo en las de mucho que en las de poco tráfico.

(Se continuará.)

E. MARISTANY Y GIBERT.

## ESTUDIO SOBRE APROVECHAMIENTO DE AGUAS EN EL VALLE DEL EBRO

### INUNDACIONES

#### VII.

(Continuación.)

Expuestas las causas que más directamente influyen en la producción de las avenidas, y analizadas las especiales condiciones de nuestro clima y territorio para demostrar su desventajosa situación respecto del fenómeno, al menos en toda la vertiente mediterránea, indicaremos los medios empleados ó propuestos en otros países para luchar con él, cuyo examen podría aconsejar la elección de aquellos que, dadas las condiciones de nuestro país, pudieran adoptarse con cierto carácter de generalidad, ó que en determinadas circunstancias pueden recibir útil aplicación.

Las repetidas catástrofes ocasionadas en Francia, Alemania, España, etc., por las inundaciones, han preocupado en gran manera la atención de los pueblos y de los gobiernos, y dado ocasión á notables trabajos encaminados á evitar, ó á menguar al menos, sus estragos.

El resultado de esos estudios y más aún el laudable deseo de evitar tales desastres, ha dado lugar á la publicación de interesantes trabajos, en los

que Ingenieros de gran mérito han propuesto diferentes sistemas de defensa, y también á una verdadera confusión, producida por la defensa de unos procedimientos y el apasionado ataque de algunos otros.

Se discute hoy si las inundaciones son útiles ó perjudiciales; si los daños los ocasiona la velocidad ó la elevación de los niveles; si conviene retener las aguas en las cuencas, sea el que fuere el procedimiento, ó si, por el contrario, podrían estos procedimientos agravar el mal; si es cierta la utilidad de los diques longitudinales ó transversales, y si, lejos de preocuparse en la defensa de los valles inundables, sería preferible reglamentar su cultivo y emplear los capitales necesarios para las obras en primas de seguros, cuyos intereses resarcieren al propietario y al colono los perjuicios, que sólo tienen lugar á grandes intervalos.

Difícil es, después de tan numerosas y largas controversias, elegir con acierto una solución, y aun pudiera asegurarse que no es posible, puesto que en todas las opiniones y en todos los sistemas se ve una parte de verdad, que el carácter de generalidad reclamado por cada autor en favor del sistema que patrocina envuelve en graves errores, difíciles de explicar, tratándose de hombres eminentes en la ciencia del Ingeniero.

En comprobación de ello analizaremos la primera conclusión: ¿Las inundaciones son en general útiles ó perjudiciales?

Suprímense las del Nilo, y habrá perecido aquel país; luego las avenidas del Nilo son beneficiosas; ¿y quién lo duda? Pero repítanse estas avenidas periódicas en la primavera, y las consecuencias serán completamente inversas. A pesar de su utilidad incontestable, la Sociedad de Estudios del Nilo está actualmente ocupándose en el establecimiento de un gran sistema de depósitos que permitan regularizar en beneficio de los riegos las avenidas de este gran río.

Las avenidas del Guadalentín, afluente del Segura en Murcia, dulcifican las tierras, cargadas de sales impropias para la vegetación, y que el río lleva en sus aguas ordinarias; pero sus grandes avenidas son las que mayores desastres ocasionan á la huerta de Murcia. La avenida del Segura en el año de 1884, si bien ha destruído las cosechas de esta huerta, ha beneficiado las tierras, al paso que la misma, cuatro leguas más abajo, ha dejado en la de Orihuela una capa de arena que ha muerto muchos árboles, y los propietarios se han visto en la precisión de formar con ella grandes caballeros, que habrán de extraer, cuando para ello tengan los recursos necesarios.

Podríamos continuar citando numerosos ejemplos en demostración de que las avenidas producen depósitos convenientes y depósitos perjudiciales, y, por consiguiente, es absurdo el asentar que las avenidas dan, mediante sus depósitos, beneficios que compensan los males á ellas inherentes.

Por de pronto es indudable que la inundación destruye todas las cose-

chas pendientes, cuyo valor supera al problemático abono de las tierras; que los tarquines, beneficiosos en unos puntos, pueden ser en otros perjudiciales, dependiendo esto de la procedencia y calidad de los arrastros y de la composición de las tierras en que se detienen; que son perjudiciales casi siempre, cuando son arenas y siempre cuando son gravas, casos bastante frecuentes, que en algunos puntos desaparece la capa vegetal, y con ella la fertilidad, dando además lugar á que la superficie tome formas irregulares, impropias para el cultivo de riego, lo cual empuña al labrador en grandes gastos para restablecer las primitivas, y por último, que las viviendas, que no es fácil ni aun conveniente el trasladar, nada tienen que ganar con los limos fecundantes.

Si á esto se agrega que en los valles inundados radican las más importantes poblaciones, grandes industrias y numerosas obras públicas, puede asegurarse que las inundaciones perjudican en gran manera á la riqueza pública, siquiera haya alguna especial localidad para la cual los males puedan ser atenuados en cierta medida por la elevación y abono de las tierras, y esto en determinados casos y circunstancias solamente. Queda, por tanto, esta cuestión reducida á apreciar con acierto todas estas circunstancias y á emplear procedimientos que consientan el aprovechamiento metódico de los limos y eviten los daños apuntados.

Parecidas conclusiones se deducirían del análisis de los demás procedimientos controvertidos y cuyos fundamentos dejaremos para más adelante; basta por ahora dejar consignado que no conocemos uno solo que sea aplicable á todos los casos y circunstancias, y que reuna buenas condiciones respecto á su eficacia y á su coste, dependiendo el acierto del conocimiento de la localidad, de la apreciación de las causas que motivan en ella las avenidas, de los caracteres más salientes que revisten, y como consecuencia de todo, de la elección y aun combinación de los procedimientos, que tienen que ser forzosamente variables para cada caso.

Sin perder, pues, de vista las anteriores conclusiones, diremos que los principales sistemas aconsejados pueden dividirse en dos grandes agrupaciones: la primera comprende los que tienden á defender directamente los puntos amenazados, y la segunda á evitar la formación de las avenidas ó la producción de las grandes velocidades de las aguas.

A la primera corresponden los diques longitudinales, sumergibles é insumergibles, continuos ó discontinuos, la defensa de las márgenes, mediante presas, revestimientos, espigones, plantaciones, etc., y las desviaciones, rectificaciones ó variaciones de cauce, y á la segunda las derivaciones, el vestido y repoblación de las montañas, las zanjás horizontales, los diques transversales ó pequeñas presas en las barranqueras ó vaguadas, el cultivo de la vid, olivo, almendro, algarrobo, etc., en las laderas y en filas, según

las curvas horizontales del terreno, la creación de vastos depósitos en las partes altas y más lluviosas de las cuencas, etc.

Antes de señalar las principales ventajas é inconvenientes propios de cada uno de estos sistemas, con aplicación al valle del Ebro, parece oportuno una observación que creo no carece de interés.

El procedimiento que más naturalmente se ocurre para evitar un daño, parece ser aquel que defiende el punto amenazado, y en este sentido los diques longitudinales y la defensa de las márgenes parecen los más apropiados y á la vez son los que mayor número de aplicaciones han tenido. Se observa, sin embargo, con bastante frecuencia que los procedimientos directos suelen ceder el paso á otros más sencillos, aunque á primera vista menos pertinentes. ¿Cómo medir directamente las dilataciones de los cuerpos por el calor, las velocidades de la luz, la magnitud y número de vibraciones del éter, las distancias que separan á los astros?

Además, aunque un dique pueda defender eficazmente un punto dado contra una gran avenida, todavía pudiera defenderse con mayor seguridad evitando que ésta se forme, ó lo que es lo mismo, evitando en su origen la reunión de las aguas parciales, de cuyo conjunto se compone, y este medio defiende á la vez todos y cada uno de los puntos amenazados en el valle.

La forma que en general afecta el cauce de un río, depende en gran parte de la naturaleza de las materias que arrastra; si arcillosas, las márgenes son rígidas, el cauce profundo y muy poco variable, y los desbordamientos son menos temibles y frecuentes; cuando los arrastres son arenas ó gravas, el cauce ancho y poco profundo está formado para una verdadera playa de cantos rodados, en la que la corriente divaga con facilidad, cambia de sitio en cada avenida é invade grandes extensiones del valle, que progresivamente va convirtiendo en un verdadero erial.

Ejemplos pueden citarse no pocos de ambas disposiciones; pero son más numerosos los de la segunda y tampoco son raros aquellos en que el cauce afecta alternativamente una ú otra forma con sus correspondientes tramos de transición; estos cambios suelen ser producidos por otros, más ó menos bruscos en la pendiente del valle, ó en la forma de separación de las laderas que lo limitan.

El Guadalentín afecta entre Lorca y Lebrilla la primera forma, para pasar rápidamente á la segunda al llegar á la huerta de Murcia, donde la pendiente de su cauce ha sido profundamente modificada con la apertura del cauce ó desviación artificial, llamada del Regueron.

El Aragón, Gállego, Cinca y demás ríos que bajan del Pirineo y otros muchos que tienen su origen en la cordillera opuesta, tienen el cauce estrecho y profundamente encajonado entre los contrafuertes de las montañas;

pero toman el carácter de las corrientes que divagan al llegar á las planicies de la parte baja de sus cuencas.

De la observación de estos hechos se desprende que no en todos los ríos, ni aun en todos los tramos de uno mismo, pueden tener conveniente aplicación los mismos medios de defensa, y que es de la mayor importancia en todos los casos el que preceda á la elección de las obras un detenido estudio de las condiciones de la corriente y su cauce, especialmente cuando el sistema elegido como general radica en la construcción de diques longitudinales.

Aplicados éstos á un cauce profundo ó arcilloso, pueden con facilidad imitarse las inundaciones, mediante diques poco separados del cauce y de moderada altura y coste; pero cuando se trata de los cauces que divagan, son necesarias obras más elevadas y resistentes y que á la vez dejen entre sí espacio bastante para que la corriente quepa con holgura y no produzca roturas á cada paso.

Según la importancia de los intereses que se trata de defender, se construyen ó diques sumergibles, que contienen solamente las avenidas ordinarias ú otros situados más lejos del talveg, con una altura capaz de contener las mayores aguas observadas; y aun en algunos casos se emplean ambos á la vez, dedicando á pastos ó arbolado la zona muy productiva que en cada orilla comprenden ambas obras. Ordinariamente se sitúan solamente en la orilla en que mayor anchura presenta el valle, y solo se construye en las dos cuando la corriente le atraviesa y va á apoyarse en la ladera opuesta.

Las principales condiciones á que deben satisfacer los diques longitudinales para defender eficazmente un valle, son: que el espacio comprendido entre ambos pueda dar cabida á las mayores aguas; que su dirección no altere sensiblemente la dirección de las grandes corrientes; que no puedan ser rebasados por las aguas; que sean impermeables; que los materiales apropiados abunden en la localidad y permitan una construcción económica, y que la zona defendida sea extensa ó muy rica, sin lo cual no sería racional el empleo de grandes sumas para su defensa.

Estas condiciones han sido satisfechas de muy diversa manera y con muy diferente éxito en dos notables encauzamientos, construídos uno en el valle del Pó y otro en el de Loira.

Entre Alejandría y Legnano, ó sea en toda la parte central del gran valle del Pó, corre este río por una vasta planicie regada, limitada por los Alpes y los Apeninos, y cuya anchura fluctúa entre 50 y 80 kilómetros. En su parte central se ha abierto la corriente un ancho valle, inundado antes, y defendido actualmente por diques longitudinales, construídos generalmente en las dos orillas, y que se enlazan con otros destinados á la defensa de los valles tributarios.

La distancia que separa los diques, ó sea la anchura del lecho mayor, es muy variable hasta Crémona; rara vez menor de dos kilómetros llega en algunos puntos hasta seis, y sólo cerca ya del mar descende á 500 y aun á 300 metros.

Este vasto sistema de defensa es considerado como el más eficaz, así por la magnitud de los intereses defendidos, como por la buena disposición de los diques, su separación y sus direcciones generales. Hasta principios de este siglo fueron rotos en muchas avenidas, pero efecto de las disposiciones adoptadas respecto al trazado y á su separación, son hoy aquellas averías sumamente raras.

Cada kilómetro de dique defiende 680 hectáreas de terreno inundable, lo cual demuestra la verdadera necesidad de obras de defensa, cuyo coste, aunque grande, no guarda relación con los servicios obtenidos.

Dos son las secciones más anchas en el valle de Loira, comprendido entre el Alier y Nantes, cerca del mar; la primera con 64 kilómetros de longitud, tiene 4,70 kilómetros de anchura media y está situada encima de Angers, y la segunda, con 77 kilómetros, tiene un ancho de 5,4 kilómetros y está situada en Orleans.

El terreno inundable es menos extenso que en el Pó, y como además la corriente se apoya en una ú otra ladera, los diques se han construido en un solo lado. Solo cuando la corriente cambia de ladera se han empleado los diques en ambas orillas, y la anchura media que los separa varía entre 1.620 y 790 metros, reduciéndose en algunos puntos á 500 y aun á 300.

La longitud de los diques llega á 490 kilómetros y la zona defendida á 95.000 hectáreas; por lo tanto, cada kilómetro defiende algo más de 190 hectáreas.

El siguiente cuadro expresa las condiciones más salientes de ambos encauzamientos.

RÍOS.	Superficie de la cuenca.	Magnitud de las avenidas	Superficie defendida.	Longitud de diques	Separación media.	Superficie defendida por kilómetro de dique.
	<i>Kilos. cuadrs.</i>	<i>Mts. cúbcs.</i>	<i>Hectáreas.</i>	<i>Kilómetros.</i>	<i>Kilómetros.</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

Las mencionadas obras pudieran servir de base para apreciar la conveniencia de este sistema, aplicado al valle del Ebro y aun á cualquiera de los ríos de la Península, ya que todos ellos carecen de obras de defensa.

Calculando á 80 pesetas el coste medio por metro de estos diques, admitiendo que se construyesen en una sola margen y en la tercera parte de la otra la defensa del valle en los 394 kilómetros comprendidos entre Haro y Sástago, sección en que su anchura es más notable, exigiría 524 kilómetros longitudinales de diques y una suma de 41 millones de pesetas; á pesar de lo cual habría que esperar que, dadas las condiciones del valle y las avenidas del Ebro, se rompieran, como los del Loira, por todas partes, y esto aun prescindiendo de su menor utilidad, pues el terreno defendido no llegaría ni con mucho á las 197 hectáreas por metro de dique, defendidas por aquél.

(*Se continuará.*)

---

## OBRAS DEL PUERTO DE CARTAGENA

---

De la Memoria publicada por la Junta de obras de este Puerto sobre el progreso y adelanto de los trabajos durante el año económico de 1887-88, extractamos lo siguiente:

**OBRAS DE NUEVA CONSTRUCCIÓN.**—El dragado es casi la única obra proseguida durante el año, de las que comprendía el proyecto aprobado para terminación de las del puerto, muelle de costa, dique rompeolas de curva, dique rompeolas de Navidad y dragado. Las tres primeras están ya terminadas en lo que se refiere á aquel proyecto, salvo insignificantes trabajos que también se han hecho en el muelle, hoy de Alfonso XII.

Pero hemos seguido y terminado, además, con cargo á sus respectivos proyectos y presupuestos especiales, la instalación de boyas de amarra y la reforma de la dársena de botes, obras empezadas el año anterior, y también ha quedado á punto de ser concluida la terminación del desmonte para nueva vía de comunicación entre el muelle y la ciudad.

Y finalmente, como obra nueva en el año, consta la instalación provisional del alumbrado en los muelles.

Respecto del dragado, en el siguiente cuadro se consignan los resultados obtenidos en trabajos y en gastos.