

ESTUDIO SOBRE APROVECHAMIENTO DE AGUAS EN EL VALLE DEL EBRO

INUNDACIONES

VII.

(Continuación.)

Las objeciones, verdaderamente fundadas, hechas á este sistema, son:

1.^a Los numerosos casos de rotura ocurridos en los ríos que, como el Ródano, Loira, Garona, Rhin, Danubio, Volga, etc., están defendidos por diques, y estos acontecimientos son tanto más deplorables, cuanto que al inspirar las obras cierta confianza, aumentan los estragos y el número de víctimas. La ciudad de Szequedín desapareció casi por completo hace pocos años por la rotura de los diques que la defendían del Theis, uno de los afluentes del Danubio.

2.^a Al estrechar la corriente reproduce una elevación en el nivel, que viene expresada por la fórmula

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

en la que h , h' , l y l' representan las anchuras del cauce y alturas del agua, antes y después del estrechamiento.

3.^a Si los diques son realmente insumergibles, suprimen los grandes depósitos de agua, formados en el valle por la avenida en su período ascendente, y el gasto por segundo y la altura del agua entre diques, tiene que ser naturalmente mayor.

4.^a Es no poco difícil conseguir la impermeabilidad de estas obras, cuando las tierras arcillosas, tepes, etc., no abundan en la localidad, y las filtraciones á través de los diques son siempre peligrosas, por cuanto las roturas son su inmediata consecuencia en aquellos puntos en que las filtraciones se inician.

A pesar de estos y algunos otros inconvenientes menos graves, propios de los diques longitudinales, y que los hace en mi juicio inaplicables á nuestros ríos, como procedimiento general, no puede desconocerse que pueden ser de conveniente aplicación, ya como complemento de otros medios que permitan reducir su importancia y su objeto, ya para la defensa de una localidad dada, de lo cual pudieran citarse no pocos ejemplos, como Valencia, Zaragoza, Lérida, Logroño, etc., eficazmente defendidas por fuertes malecones ó diques de mampostería.

VIII.

Aun pasando por alto muchas de las observaciones relativas á los diques longitudinales, ha resultado demasiado prolijo el examen que nos proponíamos hacer de los sistemas empleados para luchar contra las avenidas; esto demuestra la importancia real de estas obras de defensa, que tantas aplicaciones han recibido, y cuyas recientes y numerosas roturas han suspendido el favorable juicio que el público les otorgaba.

Esto, unido al efecto producido en las avenidas del Loira por los diques de Pinag y La Roche, efecto tan discutido por varios Ingenieros, hasta que Graefe ha demostrado los errores en que incurrió el célebre Dupuit al tratar esta cuestión, ha hecho creer á algunos, y entre ellos á Mr. Valles, en la ineficacia de este sistema, proponiendo en su lugar la construcción de una serie de diques transversales al valle, semejantes á aquéllos, y que al disminuir la velocidad, causa principal, según él, de los mayores perjuicios, va almacenando gran parte de las aguas y quitando á la avenida sus condiciones verdaderamente temibles.

No puede negarse que la velocidad de las aguas es uno de los factores más funestos de la inundación, por cuanto destruye las habitaciones y modifica profundamente las formas del terreno; pero no es menos cierto que la invasión sola de las aguas tiene sus perjuicios propios, tales como la pérdida de las cosechas y efectos y deterioro de edificios, y que toda obra que tienda á levantar el nivel del agua, agrava el mal, por ser mayor la capa de agua y mayor también la superficie inundada. Tienen en cambio la ventaja de que provocan el depósito de limos con su bonificación correspondiente; elevan las tierras, segregándolas poco á poco á los efectos de sucesivas inundaciones, lo cual es ventajoso, siempre que no perturben el sistema de riegos establecido y sobre todo el almacenamiento de grandes volúmenes, segregados á la avenida, regulariza á ésta á medida que avanza y la hace menos temible para las zonas inferiores.

Pudiera haber algunas localidades en las que este procedimiento fuera ventajoso y económico, y el Cinca, río de montaña, aunque importante, nos ofrece un ejemplo en que pudiera estudiarse una aplicación.

Es este un río de fondo muy variable; el lecho tiene en largos trayectos una anchura de 500 á 600 metros, que en otro tiempo fueron huertas, convertidas hoy en playas de gruesos cantos y arena.

Como los edificios son poco numerosos y el valle presenta algunos estrechamientos, pequeños y económicos diques de piedra perdida y ramaje pudieran limitar en estos sitios el lecho, segregar á las avenidas grandes volúmenes y provocar aterramientos que paulatinamente fueran regenerando las antiguas y destruidas vegas.

El Ingeniero Polonceau, comprendiendo las dificultades que se oponen al repoblado de los montes, mayores aún en nuestro país por sus violentas condiciones meteorológicas, tratando de retener las aguas en los sitios donde caen, y provocando una gran absorción por el terreno, propuso la construcción de un sistema de zanjas horizontales en las vertientes; pero este procedimiento, así como el de Mr. Jabré, de presas de piedra perdida en las vaguadas, sobre que no son más que un caso particular del sistema general más racional empleado en los Alpes, debido al célebre Surell, y del cual trataremos más adelante, sería sumamente costoso sin una modificación que podría, en mi concepto, facilitarle en extremo.

Raro es el clima que en la Península no se presta al cultivo de la vid, el olivo, almendro, noguera, etc., y sería siempre productivo si en la plantación se siguieran las curvas horizontales del terreno en las laderas. Las zanjas pudieran ser sustituidas por pequeños caballeros de tierra apoyados en la plantación, y éstos harían el efecto de pequeños diques de contención, donde el agua de lluvia se estancaría, dando una humedad constante y benéfica á las plantas.

Para estimular este sistema de cultivo, aplicado ya en muchas comarcas, especialmente en las vaguadas, bastaría ceder á los cultivadores todos los terrenos apropiados, y que son propiedad del Estado ó de los Municipios, ó exceptuar de la tributación durante un plazo prudencial á todo propietario que así dispusiera sus tierras, consiguiendo de este modo la repoblación de extensas superficies sin gasto alguno, y mejorando no poco la actual situación de nuestras montañas. Recientemente se ha aplicado en la defensa del valle del Midoncc un sistema, que consiste en la construcción de ligeras estacadas en muy variadas direcciones, y que protegen plantaciones que amenguan la velocidad de las corrientes, provocan aterramientos y la consiguiente elevación de los terrenos. Los resultados obtenidos parecen satisfactorios, y no deja de ser chocante que estos potentes fenómenos cedan con mayor facilidad ante tan débiles medios, cuando destruyen con furia los más resistentes obstáculos. No es ciertamente desconocido en España este procedimiento, mirado en sus líneas generales, y no á otros principios obedecen las tan frecuentes plantaciones ó arboledas, que se observan en las márgenes de nuestros ríos; pero así éste como todos los demás medios de defensa mencionados, si bien pueden tener muy racionales aplicaciones á puntos determinados, no pueden revestir el carácter de procedimientos generales, en nuestro país al menos; pues les falta la esencialísima condición de ser por sí mismos obras verdaderamente reproductivas.

No debe perderse de vista, que tanto más racional y eficaz será un sistema de defensa, y tanto más marcado será su carácter de sistema general, cuanto mayores sean los beneficios que de él pueden obtenerse, indepen-

dientemente del objeto de las inundaciones; y bajo este supuesto, ninguno puede compararse con el vestido y repoblación de las montañas, continuado con la creación de extensos depósitos, en los que las aguas de inundación puedan quedarse con destino al riego; todo lo cual será objeto de los artículos siguientes.

IX.

Los sistemas examinados aplican las obras de defensa á los puntos amenazados por la invasión de las aguas; pero hay otros que, como se ha dicho, tienden á cortar su concentración, diseminándolas ó reteniendo aquellas cuya reunión no ha podido evitarse.

Entre ellos es muy notable por sus resultados y por las ventajas que le son propias el debido al Ingeniero Surell, para el vestido y repoblado de las montañas y extinción de sus torrentes.

No nos proponemos describir con detalle los procedimientos seguidos, que pueden verse en la obra de este Ingeniero y en la que Cezanne describe los trabajos ejecutados en los Alpes; pero por ser ellos tan sencillos y económicos y por demostrar la necesidad de hacer algo verdaderamente práctico y posible en lo que se relaciona con la repoblación de las montañas, á las que como por sistema se ha llevado la devastación más funesta para la agricultura, creemos útil hacer alguna indicación sobre las bases en que descansa el procedimiento y los resultados obtenidos con los sencillos medios puestos en práctica.

Antes juzgamos pertinente ocuparnos de la tan debatida cuestión de la influencia que en la formación de las inundaciones ejercen los bosques.

Esta, acaso más que otra alguna, ha sido objeto de largas discusiones, sin que los defensores de una ú otra idea hayan llegado á conclusión alguna bien demostrada. La Meteorología, ciencia relativamente moderna y basada en la observación, exige largos y pacientes trabajos hechos en circunstancias y países muy variados; y solo cuando los materiales á tanta costa adquiridos pueden analizarse y compararse, hay posibilidad de descubrir las relaciones que enlazan las causas con los efectos. Las observaciones de verdadero valor científico deben estar exentas de la influencia, á veces decisiva, de circunstancias de localidad, extrañas al fenómeno que se estudia; así, pues, no bastará observar en las cercanías de un bosque ó dentro de él, su influencia en la lluvia, temperatura, etc., como ordinariamente se practica, y cuyos datos así obtenidos sirven de fundamento á discusiones enteramente estériles, sino que para obtener datos verdaderamente comparables debiera someterse á la experiencia una comarca extensa antes y después de su roturación, y así quizá llegaran á conocerse las modificaciones que en estos datos ha podido producir dicha operación. Algunas localidades de

América, en las que las necesidades de una gran emigración da lugar á roturar extensas superficies cubiertas de bosques ó praderas, pudieran ser muy apropiado para este estudio, del cual se obtendrían indudablemente datos que inspirasen verdadera confianza.

De todos modos, sin negar que las grandes masas de arbolado puedan modificar en cierta manera las corrientes atmosféricas, la temperatura, lluvias, evaporación, etc., en una comarca, creemos que sus efectos deben ser locales y muy limitados, y que, como dice Cezanne, pueden relegarse entre los infinitamente pequeños de la meteorología, sin que tengan importancia bastante para modificar sensiblemente los extensos y poderosos fenómenos á que son debidas las inundaciones.

No quiere esto decir que los bosques, ó mejor dicho, el estado de la superficie en las montañas, no pueda hacer un papel importante en la producción de aquéllas; la falta de vegetación favorece la formación de barranqueras y la concentración de las aguas, y en este concepto la experiencia y la observación vienen todos los días en apoyo de esta creencia; en este punto están ya más de acuerdo las opiniones de la generalidad de los Ingenieros, admitiendo que pequeñas, aunque numerosas obras en la montaña y determinadas formas de cultivo ó aprovechamiento de sus pastos, pueden favorecer el desarrollo de la vegetación herbácea primero y forestal más adelante, con todas las ventajas que le son propias.

Difícil es precisar el origen de una corriente; multitud de pequeños hilos de agua, perdidos entre la maleza y cuya marcha, contrariada por mil obstáculos apenas se advierte, se reúnen sucesivamente, y cuando en número bastante adquieren cierto volumen, queda formada una verdadera corriente, que desnuda el terreno para crearse un lecho, por el cual las aguas marchan con velocidad creciente con la masa.

Pequeñas lluvias toman grandes velocidades en los tejados, porque se concentran rápidamente, y las calles de las ciudades, dispuestas para una pronta evacuación, se convierten en verdaderos torrentes, cuando la lluvia misma no tiene importancia en los campos; y es que la masa influye en estos casos más que la pendiente para producir grandes velocidades. Por el contrario, los bosques, las viñas y arbolado plantados y cultivados convenientemente, las vaguadas escalonadas y hasta los surcos del arado, detienen el agua llovida, la dispersan en vez de concentrarla, amenguan su velocidad y la privan de sus dos principales elementos de destrucción, ó sea la masa y la velocidad.

Por otra parte, las praderas y arbolados que recubren el terreno, le protegen contra las acciones meteorológicas; la frescura que le prestan favorece la filtración, pues que no se interrumpe la continuidad entre las aguas superficiales y las del subsuelo; dificulta la evaporación, fracción predominan-

te del agua llovida y que aumenta en verano el caudal de los ríos. La escasa conductibilidad de los vegetales regula el derretimiento de las nieves; el agua que se invierte en mojar las hojas y las ramas y que se evapora en gran parte, es incomparablemente mayor que la que caería en el espacio que el árbol recubre; la que se recoge en el repliegue de las ramas, la que se filtra por la especie de drenaje hecho en el suelo por las raíces que se pudren, etc., son factores que tienden, unos á segregar de la lluvia importantes volúmenes, que correrían por la superficie, y otros á dispersarla ó contenerla prolongando la duración del desagüe, regularizando éste y evitando la denudación del terreno ó formación de arroyadas que tanto favorecen la concentración.

Si pues no está demostrada la acción de los bosques en la modificación de la temperatura, lluvia, etc., de una comarca, antes por el contrario, parece cierto que esta acción, si existe, es siempre pequeña y limitada á la localidad, es en cambio un hecho reconocido por la generalidad su benéfica y poderosa influencia en la evaporación y absorción, y sobre todo para contrariar la reunión de las aguas y arrastres, evitar éstos, conservar la forma de los cauces de los ríos y regularizar su régimen aproximando su caudal medio al de sus límites extremos.

(Se continuará.)

OBRAS DEL PUERTO DE CARTAGENA

(Continuación.)

5.º Reforma y reparación del dique rompeolas de Curra, ultimada como proyecto y como obra, así por lo que se refiere al cambio de norays como á la reparación propiamente del talud exterior, pág. 112 de la última Memoria y su cap. 3.º

6.º Reparación del material flotante de madera, que, terminado como presupuesto, sigue en ejecución, cap. 3.º de esta Memoria.

7.º Presupuesto de conservación y auxilios, de que en el cap. 4.º queda dicho haber sido aprobado oportunamente el relativo al año económico de 1887-88, y haberse remitido para igual requisito los tres ejemplares reglamentarios del de 1888-89.

8.º Y, en fin, quedan pendientes de estudios y proyectos, como en el año anterior estaban, los de planchas, casetas y básculas, y destino de la parte Levante del muelle de Alfonso XII para tráfico de minerales y carbones, como relacionados y subordinados á la definitiva distribución de zonas del