

MADRID, 1.º DE ABRIL DE 1874.

TOMO XIX.

NÚM. 7.

INUNDACIONES.

Conclusion.

Riesgos á que se vería expuesta la presa ó dique.—28. Además, ¿qué obra resistiría á las socavaciones producidas por la grande altura de la carga ó caída que tomaría el remanso? Porque no bastaría una obra en condiciones ordinarias de altura, espesor, etc. Para disminuir, poco que sea, la altura de la crecida, se requiere la supresion de una gran masa de agua, fuera de proporcion con la altura que se rebaja; el desagüe que representa la seccion suprimida equivale, por su grande anchura en la parte superior de la seccion, á un número de metros cúbicos tanto más crecido cuanto mayor sea la altura de la avenida ó la profundidad del rio. De manera que si para disminuir un metro la altura del rio cuando tiene dos, se necesita segregar diez millones de metros cúbicos, se requieren veinte millones ménos cuando la altura es de cinco, treinta para diez, etc. Una presa como la nueva del Lozoya sólo embalsa veinte millones de metros cúbicos; partiendo de este dato, se necesitan, para evitar una inundacion en el Ebro, aguas abajo de Zaragoza, treinta y ocho presas como aquélla, suponiendo una lluvia de 0,15 metros, y que se almacena un tercio del gasto total durante la avenida; y estas presas, las más exageradas que se conocen, deberian, como ya dijimos, descansar sobre otras obras aún más difíciles de llevar á cabo.

Pero supongámoslas establecidas, y vencidas todas las dificultades de construccion; ¿quién determina el momento de retener el agua? A los de aguas abajo les parecerá siempre que se tarda demasiado en cerrar las compuertas, y los ribereños de aguas arriba lo creerán demasiado pronto, y se negarán á que funcione un aparato que va á dar por resultado la inundacion de sus tierras. ¿Habrá un personal especial afecto á este servicio? Cálculense todos los gastos é inconvenientes que originaria, y se comprenderá que son ilusorias las ventajas que se ha pretendido sacar del sistema de depósitos.

Defecto capital de este y otros medios pro-

puestos, que los hace ineficaces.—29. Renunciando al sistema de compuertas, y dejando que la represa principie á producir efecto desde el origen de la crecida (ó al ménos dejando un desagüe tal, que bajo la carga máxima no exceda del que se conceptúe deba producir crecida aguas abajo), el embalse se hace en la primera fase de la crecida, y cuando llegue el momento en que sería útil cortar el desagüe, el embalse se encuentra lleno é impotente para evitar los desastres de la inundacion; porque, si bien el agua que lleva un rio en un punto dado de su cuenca puede influir en la inundacion de aguas abajo, es, segun luégo veremos, obrando en combinacion con la de todos los afluentes que va encontrando, y con el aumento de caudal por el agua que cae en su propio valle. Así, la célebre presa de Pinay (1), sobre el Loira, á la que tanta influencia se atribuyó en la inundacion de 1846, fué de un efecto nulo en la de 1856, que apenas se sintió aguas arriba de ella, y de tan tristes recuerdos para los ribereños de aguas abajo.

Este defecto de los depósitos les es comun con todos los medios propuestos para disminuir la cantidad de aguas; así los bosques (suponiendo, contra lo que ya dijimos, que fuesen eficaces contra las inundaciones), como los regueros de Polonceau, habrán quizás hecho su efecto cuando llegue el momento crítico de la avenida. Bueno es disminuir el caudal de aguas en cualquiera época de la crecida, pero siempre que esto se consiga indirectamente; de otro modo los resultados no compensan los sacrificios hechos.

Otro inconveniente del sistema.—30. Todavía no hemos terminado con las objeciones al sistema; la inundacion extraordinaria, que evitamos aguas abajo la hacemos permanente aguas arriba, y aunque el sitio se eligiese de manera que el remanso invadiese terrenos de escaso valor, la frecuencia de las inundaciones compensaria la magnitud de los daños; de manera que una avenida accidental aguas abajo, que correspondiese á largos períodos de tiem-

(1) Dupuit ha demostrado de una manera irrefragante las ilusiones que sobre esta obra se habian forjado los Ingenieros, y que su influencia ha sido nula en la inundacion de 1846.

po, la sustituimos por otra permanente aguas arriba, y que sobrevendrá todos los años, convirtiéndose, para la construcción de la presa, las crecidas ordinarias en extraordinarias.

Tampoco es fácil encontrar terrenos incultos, como no sea en las partes altas de la cuenca donde son ineficaces los depósitos; y aunque se tropezase con terrenos de esta clase, pronto los fertilizaría el légamo y demás materias mantenidas en suspensión por las aguas del río; entónces se haría imposible evitar las invasiones de los ribereños en el terreno que pertenece al remanso, y de aquí la reproducción de las quejas y obstáculos puestos perennemente por los dueños de las fincas colindantes. Éste es igualmente aplicable á los terrenos de propiedad particular que con dicho objeto se hubiesen apropiado.

Presas.—31. Las presas que se establecen en los ríos dan origen á pequeños depósitos ó pantanos, y participan, aunque en menor grado, de las ventajas é inconvenientes de éstos. Son, además, inútiles cuando llega el período crítico de la avenida; porque la influencia de la presa sobre el régimen del río decrece rápidamente á medida que la altura normal del agua aumenta, y el remanso llega á desaparecer ordinariamente, con las alturas de agua que supone una crecida.

Recapitulando lo dicho resulta; que todos los medios propuestos para disminuir la cantidad del agua de lluvia que llega al cauce de un río y es origen de una avenida, adolecen del mismo defecto: de no segregar la masa de agua en el momento oportuno y cuando hubiera sido eficaz, pues no debemos echar en olvido que la inundación depende, más que de la cantidad absoluta del agua caída en una cuenca, de la distribución de ella en el intervalo de la lluvia.

Tercer grupo.—Medios de regularizar el desagüe. Defecto radical de que adolecen todos los medios propuestos.—32. Pasemos á examinar el tercer grupo, que comprende aquellos medios que sirven para regularizar el desagüe; en cuyo grupo aparecen todos los que enumeramos como perteneciendo á la clase anterior. Antes de principiar una nueva discusión, y sin que esto sea negar los daños causados por las inundaciones, haremos observar que éstos serían infinitamente mayores si la misma naturaleza no se encargase de la regularización. En efecto, sabemos que una avenida es el resultado de un cierto número de otras parciales, desarrolladas generalmente en los afluentes de aguas arriba (y decimos generalmente porque á veces también suele resultar de la crecida de los de

aguas abajo). La crecida causaría mayores daños á medida que la cuenca fuese mayor, y mayor la masa de agua acumulada, si no fuese también mayor el número de afluentes que la componen y más difícil la combinación de todos ellos para que coincidan en un punto dado con la máxima cantidad de agua que llevan durante la crecida: el caso más probable es que no haya coincidencia en la máxima crecida de los afluentes y que éstos se presenten sucesivamente. Ahora bien, por más que se estudien los medios de regularizar la marcha de las aguas, ¿podemos inventar uno que satisfaga á las infinitas combinaciones que pueden resultar? ¿Y no sucedería, probablemente, que el medio propuesto, favorable á una combinación, perjudicase á las demás? Y aunque en un punto determinado se consiguiese el objeto, ¿estamos seguros que el haber evitado la coincidencia para aquel sitio, no la favorece en otro ó en otros? Ya tendríamos ocasión de ver cuántas ilusiones se han hecho, y que en el número mayor de casos la regularización no se obtuvo. Hé aquí cómo se expresa Dupuit, examinando los medios propuestos para evitar las inundaciones en la cuenca del Loira, una de las más castigadas por esta calamidad.

«El principal afluente del Loira, ántes de Nevers, es el Allier, cuya confluencia en Bec-d'Allier se encuentra cerca de aquella población. La divisoria corre de S. á N., inclinándose algo al NO. El ingeniero Boulangé proponía establecer en la parte superior del Loira de 25 á 30 presas como la que existe en Pinay, para prolongar el tiempo de la crecida más abajo de Nevers, retardando la llegada de las aguas del río principal, siempre posterior á las del Allier cuando la lluvia es simultánea en las cuencas de los dos ríos; única eventualidad posible, dice Boulangé, pues los dos no pueden tener una crecida extraordinaria sino cuando la cadena de montañas que los separa recibe una lluvia en sus dos laderas, y entónces la diferencia de pendientes y de distancias son un obstáculo á que sus aguas lleguen á la confluencia al mismo tiempo. Pues bien, la crecida de 1856 vino á demostrar que el Allier podría crecer independientemente del Loira, y se comprende muy bien que tratándose de fenómenos meteorológicos, no hay medio de establecer ningún género de prioridad ni de cantidad en la lluvia que se reparte en un número considerable de afluentes, cuya marcha está influida por la irregular y caprichosa de las nubes.»

» Pero las previsiones son cada vez más imposibles á medida que avanzamos agua abajo; en el

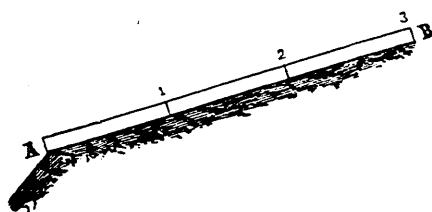
ejemplo citado, no basta evitar la coincidencia en Bec-d'Allier, sino en Orleans, Blois, Tours, etc., y combinar la marcha de los afluentes de manera que se evite la coincidencia del Loira con el Allier, con el Loiret, el Cher, el Vienna y el Maine.»

Los bosques no regularizan el desagüe.—

33. Cuanto dice Dupuit de las presas ó embalses es aplicable á otro cualquiera de los medios propuestos para retrasar la marcha de las aguas, y bastaría lo dicho para no continuar con nuestro exámen. Concurren, sin embargo, condiciones especiales y se han presentado distintos argumentos en pro de cada uno, que nos obliga á estudiarlos en particular. Principiemos por los bosques y expongamos en breves palabras el principal argumento que se alega en su favor. Los ménos preocupados de sus defensores confiesan que el poder absorbente de los terrenos de monte es muy pequeño; pero, en cambio, dicen, son excelentes reguladores de la masa de agua que acarrea la crecida; en vez de recorrer la lluvia las laderas, precipitándose al valle sin estorbos, los árboles oponen á su marcha un obstáculo y hacen llegar más tarde al cauce las aguas de la lluvia, causa de la inundacion.

Son varias las observaciones que se ocurren en contestacion á este argumento: 1.^a Nada se consigue con que las aguas lleguen más tarde al cauce, á ménos que no lleguen en el periodo descendente de la crecida; un retraso en ésta equivale á un retraso en la hora de la lluvia, y la inundacion no depende de que aquélla principie á las dos ó á las ocho. Los obstáculos no impiden la marcha á la totalidad de las aguas; una parte de ellas llega al cauce inmediatamente y el resto más tarde, ya mermada. Esto sucede con la primera masa de aguas que, segun dijimos, no ejerce influencia sensible sobre la inundacion, pero á medida que la lluvia continúa, el régimen tiende á establecerse y llega un momento en que corre por el cauce toda la que cae en la cuenca. Supongamos, por ejemplo, una ladera A B (Fig. 8.^a), cuyo fondo lo ocupa el cauce

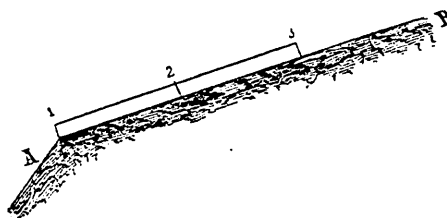
Figura 8.^a



que recoge las aguas que caen sobre ella. Tomemos

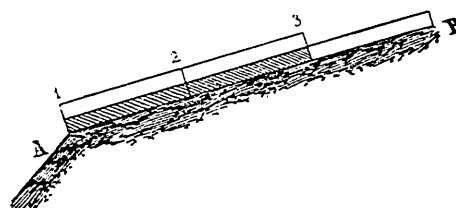
la primera unidad de tiempo durante la cual habrá caído una capa de agua representada por A B, y supongamos tales las condiciones de la ladera que en aquel intervalo baja al río la representada por la extension A, 1; al principiar la segunda unidad de tiempo, el agua caída en la anterior ocupará la situacion representada en la (Fig. 9.^a); pero en este tiem-

Figura 9.^a



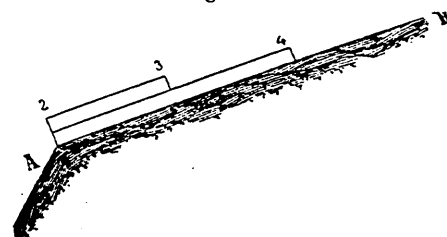
po ha caído una segunda lámina de agua (Fig. 10),

Figura 10.



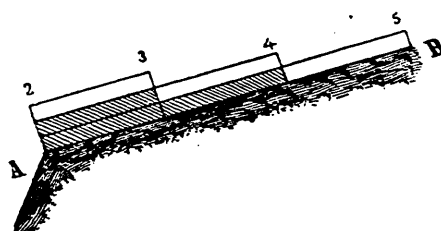
y habrá bajado al río la inmediata (Fig. 11), en

Figura 11.



la siguiente unidad de tiempo, durante la cual habrá caído otra nueva (Fig. 12), y entónces el ré-

Figura 12.

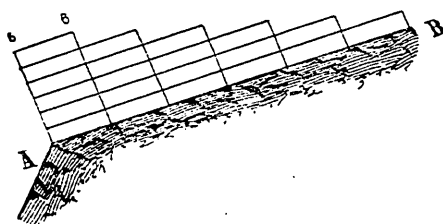


gimen queda establecido, y bajará constantemente al río en la unidad de tiempo, el prisma representado por A 2 3 C, equivalente al agua que cae en la

unidad de tiempo en toda la ladera, como ya de antemano sabíamos. Este resultado es independiente de toda hipótesis acerca del estado de la ladera, para retrasar lo marcha de las aguas.

Supongamos, en efecto, que la ladera se ha cubierto de bosques, lo cual retrasa la marcha de las aguas de tal modo que en la unidad de tiempo recorra sólo la mitad de lo que antes recorría; veremos, siguiendo la marcha del párrafo anterior, que al cabo de doble tiempo se ha establecido el régimen, y la cantidad de agua suministrada al cauce está representada (Fig. 13) siempre por el prisma A C 5 6,

Figura 13.



de doble altura y mitad de base que el anterior; es decir, que llega, una vez establecido el régimen, la misma cantidad de agua que antes, siempre constante é igual á la que en aquel intervalo de tiempo ha caído en la cuenca.

Un terreno sembrado de bosques es un obstáculo, como podrá serlo una presa, y á nadie se ha ocurrido decir que estas construcciones hagan que el río lleve con ellas ménos agua por unidad de tiempo; podrán momentáneamente influir en aquel sentido, pero el régimen pronto se establece.

Los bosques pueden en ciertos casos regularizar el desagüe en las partes altas de la cuenca.—34. Con esto podríamos dar por terminada la discusión; pero conviene hagamos más extensas nuestras observaciones.—2.^a observacion. Los bosques ocupan generalmente las partes altas de los valles, ó las más distantes de los puntos en que las avenidas causan estragos; entónces los bosques podrán tener influencia, porque lo pequeño de la cuenca hace que las crecidas se eleven y descieran rápidamente, y podría suceder que la lluvia cesase ántes de establecido el régimen. Pero á medida que la masa líquida descende por el río, se va extendiendo y borrando su altura hasta ser insensible si el cauce se prolonga lo suficiente; de tal manera, que aún en la hipótesis exagerada é irrealizable de arrojar instantáneamente una masa de agua en un punto cualquiera de la cuenca, no se conseguiría

añmentar sensiblemente el nivel del río á una gran distancia del punto en que fué arrojada, á ménos que en otros varios de los valles que la forman ó en el mismo á diferentes intervalos, no se repita la operacion. Esto se observa en las crecidas que acontecen por lluvias repentinas; la crecida sólo se hace notar en las partes del valle próximas adonde cayó la lluvia. Así en las crecidas del Júcar, de Enero de 1740, y la más extraordinaria aún, de Diciembre de 1860, que se hicieron sentir intensamente en la provincia de Albacete, no fueron conocidas en la de Valencia. Para que sea apreciable la crecida se requiere una lluvia continuada durante muchos días y en una grande extension de la cuenca, y entónces de nada sirve retrasar la crecida algunas horas, porque siempre llega el momento de establecerse el régimen. También hacemos notar que la mayor parte de los árboles que forman los bosques son de hojas caducas, y las inundaciones temibles desde el principio del otoño á fines de la primavera, es decir, cuando carecen de hoja. Y por último, las avenidas más temibles provienen de los deshielos, sobre los cuales no tienen influencia los bosques.

De lo dicho resulta que los bosques, aún haciendo todas las concesiones imaginables, servirán de reguladores á las partes altas de la cuenca que ocupan una extension muy reducida para que ejerzan su influencia en las medias y bajas, donde las crecidas se desarrollan con toda su violencia.

Les es aplicable la objecion general.—35. 3.^a observacion. Además de las objeciones anteriores, existe la principal, que ya hemos expuesto. El retrasar la avenida en un afluente por un plantío de árboles, quizás traiga consigo la coincidencia con la de otro ú otros afluentes. Y no basta examinar y discutir las condiciones de las cuencas relativamente á las pendientes, desarrollos etc., de los valles; prescindiendo de la imposibilidad de satisfacer á todas las demas, los resultados serán variables con los puntos sobre los que la lluvia descargue, la marcha de ésta y demas circunstancias ya mencionadas, que influyen en el desarrollo de la avenida.

Experimentos directos sobre la influencia de los bosques.—36. Los pocos datos experimentales que se han recogido sobre esta materia y que no dejan lugar á dudas, confirman las apreciaciones anteriores. Mr. Belgrand hizo medir desde Noviembre de 1850 á Mayo de 1853 el caudal del Cousin y del arroyo de la Grenetière, uno de sus afluentes; ambos en terreno granítico, pero en el primero los bosques ocupaban un tercio de su cuenca, y el segun-

do estaba completamente cubierto de ellos; los resultados fueron idénticos.

También comparó la cuenca del arroyo de la Grenetière con el Bourbat enteramente raso. Vallés, en su Memoria sobre inundaciones, saca varias consecuencias, algunas de las cuales no son admisibles. Compara el régimen de los dos arroyos durante las épocas de sequía de invierno y en verano. El término medio comprende sólo dos observaciones, cada una en años diferentes y en épocas distintas, y con números tan distantes entre sí como 1,60 litros y 0,07 litros. Resultados deducidos de esta manera deben ser rechazados para no ofrecer la anomalía de dar un término medio menor cuando el máximo es el mayor por más que esto pueda suceder. De los términos medios deducidos por Mr. Vallés no puede sacarse consecuencia alguna en pro ni en contra, y queda rechazada, por lo tanto, la que, fundándose en ellos, se pretende deducir en la Memoria sobre las inundaciones del Júcar (1). Como el examen de este caso no hace á nuestro objeto, por corresponder á estaciones en que las avenidas no son temibles, no insistiremos más sobre él, y pasaremos al régimen de lluvias.

En este caso ya se observa mayor regularidad en los desagües y una ley constante en favor del terreno de privado bosques, que son, por término medio, dos y un cuarto menor que en el cubierto de árboles.

Los autores de la Memoria sobre las inundaciones del Júcar critican á Mr. Vallés por haber comparado los desagües de ambos arroyos respectivamente durante las lluvias de invierno con las de verano. No cabe otra comparacion tratándose de inundaciones, cuando se pretende averiguar la manera que tiene de modificar el desagüe durante las lluvias, los terrenos de las dos clases mencionadas. La comparacion de los desagües en cada arroyo para la misma estacion hubiera sido aún más absurda, pues en uno de los términos, falta la cantidad de agua caída en la cuenca, á la cual se refiere el desagüe. Pero aún admitiendo la comparacion hecha en la forma que proponen los autores de la Memoria citada, el número 2, que, segun Vallés, expresa la relacion entre las irregularidades de las dos cuencas, se convierte en 2,33, haciendo la reduccion correspondiente á las cantidades de lluvia caída, y se queda siempre superior á 1,40 si la comparacion se hace en absoluto y sin tomar en cuenta las cantidades de lluvia respectivas; de manera que bajo cualquiera

(1) Memoria publicada en 1865 por los Ingenieros de montes.

hipótesis la comparacion es desventajosa para el terreno de bosques.

Mr. Belgrand cita en su obra numerosos ejemplos que demuestran cuán poco regularizan los bosques el desagüe; hé aquí uno de ellos. En el arroyo ya conocido de la Grenetière, una violenta tempestad estalló entre las tres y cuatro de la tarde: antes de la tempestad el gasto del rio era de 9 litros; entre las cuatro y las seis subió al máximo de 97 (casi once veces), y á las seis habia ya bajado á 24 (4 veces).

En otro de los valles de la cuenca del Sena, cubierto de espesos bosques, cayó una gran lluvia, que reinó con gran intensidad durante 36 horas. Á las once de la mañana principiaba la crecida, al oscurecer subia rápidamente. El día siguiente, á las ocho de la mañana, se elevaba á 3,50 metros las bajas aguas y al otro día ya habia entrado el rio en su cauce, habiendo durado la crecida apenas 40 horas. Los muchos bosques que cubren las laderas del valle no han prolongado apenas la duracion de la crecida sobre la de la lluvia (de 36 horas á 40).

Pero, despues de todo, y aún admitiendo cuanto dicen los partidarios de los bosques, los efectos que pudieran producir en el desagüe se obtendrian igualmente, y acaso mejores, con césped, plantas y matas de poco tallo y mucho ramaje.

Observaciones para demostrar la influencia de los bosques.—37. Las demas observaciones merecen poca confianza: las más recientes de Bequerel comprenden una zona muy reducida, refiriéndose, sólo en una cuenca, á la cantidad de agua que para una misma lluvia cae en un bosque ó fuera de él. La carencia de datos para fundar la comparacion nos obliga á aplazar la critica de sus observaciones y de los resultados que deduce de ellas, algunos de los cuales son contrarios á lo que se pretende probar. Con más aparato y copia de datos se presentó el trabajo de los Sres. Cantagrel, Jandel y Belland, empleados del ramo de Montes en Francia; Mr. Vallés ha refutado esta Memoria en los *Anales de Puentes y Calzadas* correspondientes á 1862; refutacion que por demasiado extensa no podemos reproducir aquí (2).

(2) Hé aquí las principales conclusiones de Mr. Vallés: 1.^a Las dos cuencas difieren poco bajo el punto de vista del cultivo; la que se supone rasa contiene $\frac{1}{3}$ de bosque, y los demas cultivos son en su mayor parte prados y otros análogos, cuyos efectos son casi idénticos á los de los bosques. 2.^a En la cuenca de bosques las observaciones son 31, y han durado más de un año; en la rasa 3, y duraron 27 días; y de las tres sólo una pudo ser comprobada. 3.^a La extension de

Otros medios de regularizar el desagüe.—

38. Cuanto se ha dicho de los bosques es aplicable igualmente á los demas medios propuestos para regularizar el desagüe. Los depósitos, por ejemplo (vista la imposibilidad de hacerlos funcionar á voluntad), se llenarán en las primeras horas de la crecida y serán despues ineficaces, como lo seria una presa establecida en el lecho del rio. Otro tanto diremos de los regueros horizontales de Polonceau.

El drenaje es un regulador muy poderoso, pues no solo convierte el terreno en un gran depósito con los muchos vacios que encierra cuando se le aplica aquel sistema para mejorarlo, sino que los mismos tubos sirven á su vez de receptáculo á una gran masa de agua que sale al cauce lentamente, á medida que la crecida baja. Sin embargo, la pequeña extension de los terrenos drenados en la mayor parte de la Europa, no permite conceder influencia marcada en las inundaciones, á esta clase de trabajos.

Vallés recomienda el establecimiento en los valles de diques transversales formados por los setos y cercados de las heredades. Estos setos, disminuyendo la velocidad, elevan teóricamente el nivel de la inundacion; pero como la influencia de la pendiente es muy pequeña en el desagüe, comparada con la que tiene el aumento del área (especialmente en las avenidas, por la grande anchura de la seccion en la superficie), la mayor altura que se necesita tomar para compensar la disminucion de pendiente es inapreciable. Resulta, pues, que sin aumento sensible en la elevacion de las aguas, se combate en las inundaciones el principal elemento destructor: la velocidad.

Por este medio, al paso que el principal desagüe sigue en el cauce su curso natural, se establecen á los lados grandes depósitos que recogen el agua en la medida que conviene, y en igual proporcion la van facilitando al rio en el descenso de la crecida; éstos son verdaderos depósitos, que llenan su objeto mejor que los artificiales que ántes discutimos. En efecto, aquéllos recogen una gran cantidad de agua lejos del punto que se intenta defender y al princi-

piar la crecida; éstos la recogen en el punto mismo, en el momento oportuno, y progresivamente, á medida que la crecida sube; prestándola luégo en la cantidad conveniente, cuando baja el rio.

Estos diques transversales no deben ser de fábrica ni de otro material que oponga resistencia al agua; los cercados de las heredades así contruidos serian más perjudiciales que útiles; el agua, vertiendo por encima de ellos y cayendo en cascada del lado opuesto, da origen á los arrastres de la capa vegetal y á los depósitos de aluviones que habiamos pretendido evitar. Los mejores materiales para estos diques son, como queda dicho, los setos y las plantaciones bajas de arbustos de gran ramaje y poco tronco, que permitan al agua atravesarlos de una parte á otra, y hagan que la diferencia de nivel entre las dos caras del dique sea muy pequeña. El mimbre, el aliso y otras variedades del sauce, el avellano, etc., son los árboles que reúnen las condiciones necesarias; y á ellas debe agregarse la espontaneidad con que se desarrollan y la de no exigir apénas conservacion.

Si se pretende hacer insumergibles é impermeables estos diques, entónces participarian más completamente del carácter de depósito; pero, ademas de la imposibilidad (de que ya nos hemos ocupado) de conseguir hacerlos insumergibles, el coste elevado de la construccion, la ocupacion de una gran superficie de terreno y otros inconvenientes los haria desechar.

Estos diques transversales no evitan el construir los longitudinales, pues no impiden las erosiones de las márgenes, ni al rio penetrar en las heredades contiguas, rompiendo al traves de ellas; pero así éstos como aquéllos deben elevarse muy poco sobre el terreno natural, por las razones ya expuestas al tratar de los últimos. Como vemos, es, de todos los sistemas, el único practicable, porque permite encomendarlo á la iniciativa individual. Los demas, de una eficacia dudosa, son, por su naturaleza y elevado coste, irrealizables.

Con esto damos fin á lo que nos habiamos propuesto demostrar desde el primero de estos artículos, á saber: que no se conoce hasta hoy ningún medio radical de evitar los siniestros de las inundaciones, y que el Estado es impotente para ejercer una influencia favorable en la solucion del problema. El fundamento de nuestras observaciones ó las leyes hidráulicas de la marcha y oscilaciones que sufren las corrientes de agua, son bien conocidas de los Ingenieros: terminamos, pues, nuestra tarea, por más que falte para completarla el exámen de un

Las cuencas difiere notablemente, siendo la de bosques cuatro veces mayor que la otra, y, segun hicimos notar, aquel dato tiene grande influencia en los resultados. 4.^a Tampoco es admisible la manera de medir la potencia de inundacion. 5.^a Lo mismo debemos decir de la manera de agrupar y combinar los datos recogidos. En uno de los ejemplos discutidos por Mr. Vallés, las lluvias se suponen generales en la cuenca, cuando sólo fueron parciales; de tal modo, que la duracion real de la lluvia de poco más de 38 horas la hace subir á 61.

caso particular, aunque muy importante en algunas localidades; los siniestros causados por las avenidas en las corrientes de carácter torrencial, en los cua-

les los preservativos difieren radicalmente de los que aconsejamos para los rios en su parte media ó baja.
P. P. DE LA S.

TEORÍA

DEL

CÁLCULO DE LAS VIGAS RECTAS.

(Conclusion.)

Con esto hemos concluido la determinacion de todas las fórmulas relativas á las vigas de número par de tramos, y sólo nos resta, para terminar nuestro trabajo, describir las tablas que han de servir para la aplicacion práctica del método que hemos explicado con todo detalle en los dos últimos capítulos.

64. *Disposicion de las tablas numéricas.*—La tabla 1.^a nos da las ordenadas de la parábola $y = \frac{1}{2} x^2$, cuya construccion gráfica es indispensable, para la determinacion de las lineas envolventes de los momentos de flexion. Se han calculado 100 ordenadas, cuyas abscisas varian de 0,01 en 0,01, de manera que, tomando por unidad la longitud l de uno de los tramos intermedios de la viga, bastará dividirla en 100 partes, y tomar para las ordenadas los valores de la referida tabla, á fin de trazar la parábola y construir la plantilla correspondiente: estos datos son muy suficientes para el objeto, pero, si se considerasen necesarios mayor número de puntos por ejemplo, 1.000, sería muy fácil hallar las ordenadas, tomando la mitad de los números de una tabla de cuadrados.

La tabla 2.^a contiene las abscisas MP y NQ (figura 3.^a) (1), correspondientes á los puntos P y Q , en que se cortan las rectas de los momentos debidos á las sobrecargas de los demas tramos, para los valores de δ comprendidos entre 0,00 y 1,50, aumentando en 0,03, y para las vigas desde 1 hasta ∞ número de tramos con la sola excepcion de los tramos extremos.

La tabla 3.^a determina las ordenadas Pp y Qq (figura 2.^a) de la parábola de la carga aislada, que las hemos calculado para mayor exactitud, aún cuando no es necesario, porque la construccion gráfica de la referida figura, explicada en el número 7, sirve para trazar dicha curva, y pueden medirse con la escala aquellas órdenadas.

La tabla 4.^a nos da los momentos PP' y QQ' debidos á la carga permanente, fórmulas (68) (69) y (69 bis) para los mismos valores de δ y de n ; y la tabla 5.^a, las ordenadas constantes TT' (figura 5.^a) de aquellas parábolas; y si recordamos la explicacion para su trazado, hecha en el número 59, deducirémos que tampoco es indispensable la tabla 4.^a, puesto que bastaría que nos diese el valor de PP' para un solo tramo, porque uniendo P' y T' por la plantilla parabólica de eje vertical, se conocerian los momentos en los dos apoyos inmediatos, y con los puntos fijos de aquellos tramos se trazarian las parábolas de los contiguos, y así sucesivamente.

Las tablas 6.^a y 7.^a contienen respectivamente los momentos PP^{2o} y QQ^{2o} , correspondientes al caso 2.^o de la distribucion de la sobre-carga, para los mismos valores de δ y n , que están dados por las fórmulas (75) y (76); pero prescindiendo del último término, ó sea la ordenada de la carga aislada, y como los valores de QQ^{2o} sólo difieren de los de PP^{2o} en $\frac{1}{4}$ de la abscisa NQ conocida por la tabla 2.^a, re-

(1) Véase la lámina 83 del tomo VIII de la 2.^a serie.