

las citadas naciones no hay ninguna, por pequeño que sea el tráfico, que no las tenga. En Alemania, el anuncio de trenes por las campanas se hace en varias líneas de doble vía, lo mismo que en las líneas de vía única, aunque estén provistas de los aparatos del Block-system.

En Inglaterra apenas se usan las campanas eléctricas, y el objeto que con ellas se consigue se obtiene en parte con los aparatos del Block-system para vía única, de que más adelante hablaremos.

(Se continuará.)

E. MARISTANY Y GIBERT.

ESTUDIO SOBRE APROVECHAMIENTO DE AGUAS EN EL VALLE DEL EBRO

INUNDACIONES

II.

(Continuación.)

Expuesta la conveniencia del estudio de las avenidas en los ríos de importancia de la Península con el propósito de evitar sus desbordamientos, parece llegado el caso de analizar las condiciones más salientes del territorio, que pueden ejercer decisiva influencia en la producción de aquéllas, especialmente en la cuenca del Ebro.

Este gran río, de 928 kilómetros de desarrollo, tiene una pendiente media de 0^m,0008 por metro desde Miranda á Zaragoza, y de 0^m,00051 desde este punto hasta el mar, y su cuenca considerada en conjunto, tiene la forma de un gran triángulo, cuyo vértice superior está en la unión de las dos principales cordilleras, la Pirenáica y la Ibérica, las cuales le limitan al N., al NO. y una gran parte al S.: el lado opuesto ó la base, la constituye la costa del Mediterráneo.

Los vientos del S. y del E. llevan los vapores de este mar á este triángulo, recorriendo todo el valle hasta su origen, y se van aglomerando á partir del vértice; en la imposibilidad de salvar las altas cordilleras que lo limitan. Cuando empujados por nuevas masas de vapor, que van llegando, adquiere la tensión conveniente, dan principio las lluvias, favorecidas por la baja temperatura de estos terrenos elevados: y solo cuando los vientos son algo duraderos ó violentos, acostumbran las lluvias á extenderse hasta la parte media ó inferior del valle, mucho más baja y llana; pero entonces los aguaceros son violentos.

Rara vez llueve en la cuenca con vientos del N. y del NO., que soplan

con bastante frecuencia; pero cuando los vapores del Océano traídos por ellos ó esos grandes movimientos ciclónicos procedentes de América llegan á salvar la cordillera Ibérica, las lluvias á que dan lugar acostumbran á ser muy duraderas.

En la primavera los vientos procedentes del Africa, caldeados allí por aquel terreno, atraviesan el Mediterráneo y se cargan de vapores que, al penetrar en la cuenca y en contacto con los terrenos aún fríos ó cubiertos de nieve en muchos puntos, se resuelven rápidamente en lluvias y aun derriben la nieve de las montañas; y ambas causas unidas dan gran caudal á los ríos.

De igual manera en el otoño, las grandes masas de vapor concentradas en la atmósfera durante el verano, ocasionan con los primeros fríos violentas condensaciones, especialmente cuando las cordilleras se cubren pronto de nieve; y como en ambas estaciones estos fenómenos acostumbran á ser muy persistentes, de aquí es que todos los afluentes los experimenten á la vez y puedan llegar á reunirse en el Ebro un gran número de sus avenidas parciales.

En las estaciones extremas, las lluvias son duraderas en invierno y violentas en verano, pero en general producen solo, ó avenidas moderadas, poco temibles en los afluentes y el principal, ó rápidas pero cortas, de algún afluente, sin importancia en éste.

No quiere esto decir que en el invierno no pueda haber grandes avenidas en todos estos ríos, pues también en esta época pudieran repetirse las causas que la motivan en primavera; pero esto es raro, puesto que desde principios de Octubre hasta Abril, la nieve es la forma en que cae el agua en la montaña, siendo allí muy raras las lluvias bastante calientes para liquidar la nieve en grandes cantidades.

En Diciembre de 1879 tuvo lugar sin embargo este hecho, produciendo en el Ebro una de las mayores inundaciones de que se tiene noticia. Año muy abundante en nieves, las dos cordilleras tributarias y aun la parte elevada y media del valle, estaban cubiertas con una espesa capa de nieve, rápidamente derretida por unas lluvias persistentes debidas á los vientos templados del E. y S.

La avenida conservó durante una semana gran altura, llegando en la plena hasta 6,40 metros sobre el estiage, penetró en alguna calle de Zaragoza próxima al río; y hubiera dejado amargo recuerdo en la ciudad, á no sobrevenir en los momentos de mayor peligro un Norte huracanado y frío, que contó el deshielo, y por su dirección paralela á la corriente cooperó á la aceleración de ésta y al natural descenso de su nivel.

La inundación fué tan extensa, que no hubo medio de aproximarse al cauce para hacer el aforo, siquiera aproximado, pero de los datos tomados

con bastante firmeza respecto á la sección, y más vagos de la velocidad media, se deduce que el caudal en Zaragoza fluctuó entre nueve y diez mil metros en el momento de la máxima altura, lo cual nada tiene de extraño, si se la compara á la del Júcar en el año 1864, á la que el Ingeniero Sr. Ortega asignó un caudal de 12.000 metros cúbicos por segundo.

Por la comparación de estas grandes avenidas de nuestros ríos con las que recientemente se mencionan en el Ródano, Rhin, Po, Garona y otros de mayor desarrollo y mayor cuenca, se viene en conocimiento de las desfavorables condiciones de los nuestros bajo este aspecto, como se ve en el siguiente estado:

RÍOS.		Superficie	Mayores avenidas.
		de las cuencas. <i>Hectáreas.</i>	<i>Metros cúbicos por 1^{ra}.</i>
Vertiente oceánica..	Garona.....	5.193.000	10.500,0
	Sena (París).....	4.430.000	2.500,0
	Loira (Rouen).....	11.500.000	7.300,0
	Rhin (Holanda).....	20.000.000	9.000,0
Vertiente me- diterránea.	Hérault.....	250.000	4.000,0
	Ardeche.....	243.000	7.000,0
	Ródano.....	9.270.000	14.000,0
	Pó.....	6.940.000	5.200,0
	Ebro (Zaragoza).....	3.790.000	9.000,0
	Aragón (Sangüesa).....	760.000	1.740,0
Gállego.....	360.000	1.460,0	
Júcar.....	478.000	12.000,0	

De él se desprende: 1.º que las avenidas de los ríos de la vertiente oceánica son más moderadas, que las correspondientes á los ríos de la opuesta; y 2.º que las de nuestros ríos son más violentas que las de sus semejantes en el centro de Europa, resultado que no debe extrañar, si se tiene en cuenta que las lluvias en la Península participan en mayor grado del carácter torrencial propio de los tropicales, y que la proximidad del Mediterráneo rodeado de países cálidos, la altura que alcanzan nuestras montañas, su desnudez y las grandes pendientes del terreno, concentran rápidamente las aguas en los cauces.

Si las aguas del Aragón y el Gállego no alcanzan las cifras del Hérault y el Ardeche, es porque las cifras que en el estado figuran para aquellos ríos, no representan sus grandes avenidas, sino las mayores que se han podido aforar en los cuatro años en que esta división los ha aforado hasta hoy.

Una singular excepción de este hecho se produce en el Pó, y debo hacerla notar por la relación que tiene la causa que la produce con alguno de los procedimientos que juzgo de más general y provechosa aplicación en esta cuenca, para regularizar el régimen de sus ríos,

El Pó y el Ebro tienen particular semejanza; ambos están limitados por dos grandes cordilleras, al N. por los Alpes ó los Pirineos, al S. por los Apeninos ó la cordillera Ibérica. Las latitudes son poco diferentes, las condiciones climatológicas parecidas, y parecidas son también las formas del terreno, si bien son allí más pronunciadas las alturas y más extensas las planicies. A pesar de ello, mientras en el Pó con doble cuenca que el Ebro, las mayores avenidas no pasan de 5.000 metros, según Lombardini, han llegado en Zaragoza á 9.000.

¿Qué causas pueden motivar estas tan notables diferencias? En mi concepto no hay más que una bien caracterizada, y es la existencia de numerosos y extensos lagos en los Alpes, de que carecen los Pirineos.

Los principales afluentes del río Italiano, El Dora Battea, Sesia, Tesino, Oglio y Adigio, tienen su origen en los lagos Mayor, Como, Garda, etc., cada uno de los cuales recoge por multitud de arroyos el agua de las altas montañas, dándola salida al río principal por los emisarios indicados. Cuando sobrevienen grandes lluvias ó soplan los vientos cálidos del Mediterráneo ó del Adriático, enormes masas de agua procedentes de sus eternos ventisqueros se acumulan en los lagos, elevan su nivel y producen las avenidas de sus emisarios; pero antes almacenan enormes volúmenes, que realmente han sido segregados á la avenida, disminuyendo su plena aunque prolongando su duración.

Sin este régimen hidrológico, que de tan admirable manera contribuye á la riqueza de aquellas feraces campiñas, es seguro que las aguas y aun sus arrastros producirían avenidas mayores y más devastadoras que en nuestro país, puesto que á igualdad de lluvias, hay allí en todo tiempo extensas superficies cubiertas de nieve, manantial inagotable de grandes derrumbamientos.

Este hecho parece indicar los procedimientos que aquí debieran emplearse con el propósito de regularizar las corrientes, imitando por el arte lo que allí ha hecho la naturaleza; con lo cual obtendríase además lo que allí se obtiene, ó sea que sus numerosos y grandes riegos tengan ámpliamente satisfechas sus necesidades, la agricultura y la industria obtendrían incalculables beneficios, cuantos son necesarios para que por su medio pueda la sociedad española afrontar la gran crisis que se aproxima.

Si en Francia han impugnado algunos este procedimiento, es por haberse propuesto como el único, y con el objeto también único, de luchar con las avenidas y por creerle insuficiente y costoso; pero esa oposición no se explicaría fácilmente en nuestra cuenca que vierte al Mediterráneo, donde son indispensables para los riegos, así como éstos son indispensables para la vida del país; además, y como más adelante se demostrará, la acción de estos depósitos contra las inundaciones es tanto más eficaz y onérgica,

cuanto más predomina en las corrientes el carácter torrencial, que es precisamente el que caracteriza á todas ellas.

(Se continuará.)

INFORME SOBRE LAS PRUEBAS DEL PUENTE DE CASTEJON EN SUS DOCE PRIMEROS TRAMOS

(Conclusión.)

Los resultados de las pruebas del puente internacional sobre el Miño parecen, por el contrario, argüir en favor de la exactitud de la fórmula de Choron, sin necesidad del aumento que proponemos, pues en efecto, según el acta de las mismas y refiriéndonos al caso de las cargas sobre tramos aislados (primera serie de aquellas experiencias), la flecha calculada para el tramo central es de 23 milímetros y la obtenida de 25 y 28 respectivamente para la viga de aguas arriba y aguas abajo, y todavía para los otros tramos las flechas experimentales han sido menores que las calculadas, pues siendo éstas de 24 milímetros para los tramos de orilla y de 29 para los inmediatos, han oscilado aquéllos entre 20 y 23 y 20 á 28 respectivamente. Debemos confesar que estos resultados nos sorprendieron en el primer momento, á pesar de que esperábamos, como ha sucedido, no sólo pequeñas flechas, sino más conformes que comunmente con las calculadas, porque la circunstancia de sostener este puente el firme de la vía ordinaria de su piso inferior obliga á dar gran rigidez al tablero metálico. La carga permanente, que la constituye éste, la vía del ferrocarril y el firme del camino, es así mucho mayor con relación á la sobrecarga que en los puntos ordinarios de ferrocarril, lo que explica nuestra convicción; pero no creyendo pudiera llegarse á que las flechas reales fueran menores que las calculadas, examinamos con más detención el acta, dándonos cuenta satisfactoria de los resultados.

En primer lugar se ha tomado $E = 1,6 \times 10^{10}$, lo que, según queda dicho, aumenta en $\frac{1}{4}$ los resultados de la fórmula respecto á $E = 2 \times 10^{10}$; y en segundo lugar, sólo para el piso de arriba la sobrecarga de prueba insistía únicamente en el tramo considerado, pues por las dificultades que existían para quitar y poner la sobrecarga de prueba en el piso inferior, quedaba ésta subsistente en los tramos inmediatos, lo que, como es sabido, disminuye notablemente la flecha.

Hasta dónde esta última circunstancia modifica los resultados, se comprueban en los de las mismas pruebas. La segunda prueba de experiencias