

MADRID, 1.º DE MARZO DE 1871.

TOMO XIX.

NÚM. 5.

INUNDACIONES.

Continuacion.

En 1856 no hubo crecida en el Loira superior; en Roaune la crecida fué de dos metros ménos que en 1846; y sin embargo, en Orleans y Tours la excedían en 0^m,65 y 0^m,55. El Cher, que en 1846 apenas subió 0^m,75 sobre el estiaje, se elevó en ella 4^m,20. El Maine, que con el Cher originó la gran crecida de 1843, en 1846 y 1856 no tomó parte en la inundacion.

Si las observaciones relativas á los rios de España fuesen tan completas como las que acabamos de citar, deduciríamos iguales resultados. La crecida del Ebro, en Zaragoza, depende de la magnitud, marcha y desarrollo de las crecidas en las cuencas del Aragon, Jalon, Gállego, etc.; y segun varien aquéllas, así la crecida revestirá diferente aspecto en sus fases.

Resulta de todo lo expuesto que no se han verificado todavía en ningun rio, no ya la máxima crecida de que es susceptible, sino las muchas combinaciones que han de dar crecidas superiores á las observadas hasta el dia, y se comprenderá con cuánta razon criticamos á los que suponen una causa determinante que favorece el aumento progresivo de las avenidas en la época moderna. No hay necesidad de apelar á ninguna causa especial para explicar las acontecidas en los últimos años, que están dentro de las condiciones normales de todas las épocas.

El Gobierno no debe intervenir en la cuestion de inundaciones. — 15. Hecho este estudio previo, pasemos á discutir los medios propuestos para impedir los desastres ocasionados por una inundacion; el problema es complejo, y más bien al economista que al Ingeniero corresponde resolverlo; por cuya razon, serán muy breves las observaciones de este género que nos permitiremos. Dejemos á un lado el discutir la extension que debe darse á la intervencion del Gobierno en materia de inundaciones, y nos preguntamos: ¿es justo que todo el país pague los cuantiosos desembolsos que absorberian

las obras con el exclusivo objeto de evitar las pérdidas causadas á la fortuna de los que, en definitiva, si la sufren, es por su voluntad y por haber creído conveniente establecerse en aquellos puntos cuyos peligros conocian de antemano? Si comparamos la superficie inundada y su valor, con el resto de la riqueza pública, la encontraremos insignificante. Aun admitida la intervencion del Estado en materia de obras públicas, se concibe que construya carreteras, puertos, en una palabra, obras de un uso continuo y permanente, pero no que gaste sumas cuantiosas en servicios que revisten un carácter de eventualidad y sólo van á utilizarse cada ocho ó diez años por un pequeño número de individuos; y cuando el daño se evita más directamente y sin gravámen para los extraños, con un seguro que los propietarios establezcan sobre sus fincas. La navegacion y el comercio marítimo ¿no se ven sujetos á riesgos más inminentes y á pérdidas mayores? y nadie por ello reclama indemnizacion del Estado.

Tampoco el Gobierno está llamado á intervenir en las inundaciones como cuestion de humanidad; las desgracias causadas son pocas en número relativamente á las ocurridas en la industria y comercio, especialmente en la navegacion marítima; y de ellas, un gran número proviene de imprudencia ó imprevision en los que son victimas del siniestro.

Tambien, segun dijimos ántes, se exageran los daños y se ocultan los beneficios recibidos. El Inspector Mr. Mallet, encargado de informar sobre una de las inundaciones del Ródano, dice que los propietarios de Avignon se creyeron perdidos, y reclamaron y obtuvieron del Gobierno cuantiosos auxilios; y en los siguientes años, sin otro abono que el de los arrastres del rio durante la inundacion, recogieron abundantes cosechas.

Lo más singular del caso es, que diariamente se clama contra la intrusion de los riberiegos en el alveo de los rios, acusándolos de ser los causantes del siniestro; y apenas sobreviene una inundacion, los mismos que ántes acusaban se convierten en defensores de los que han dado origen á la catástrofe.

Nuestro criterio, en lo que sigue, será siempre el

que acabamos de exponer. Cuantos sistemas se han propuesto son de un éxito inseguro y adolecen del vicio radical de ser inaplicables por su excesivo coste, que supera á los recursos ordinarios de un gobierno, quien es y será impotente siempre para resolver el problema de las inundaciones.

Clasificación de los medios propuestos para cortar las inundaciones. — Diques insumergibles.—16. En tres grupos deben clasificarse los remedios propuestos ó ensayados contra las avenidas de los ríos: 1.º, oponerse directamente á la invasión de las aguas; 2.º, disminuir el caudal que mientras dura aquélla lleva el río; 3.º, regularizar su desagüe.

El primer grupo comprende un solo sistema: el de diques longitudinales, que impidan la entrada de las aguas en los terrenos contiguos á los ríos. Este sistema, llevado á cabo en grande escala y extendiéndolo á todos los ríos de la península, sería imposible realizarlo por el Estado; y la cuenca de un solo río absorbería sumas tan cuantiosas, que no bastaría el presupuesto á cubrirlas. El sistema se presta, sin embargo, favorablemente á su adopción por los dueños de las fincas amenazadas. Los ribereños no tienen ordinariamente reparo en hacer desembolsos cuando tocan el beneficio directamente, y cuando las obras, dirigidas y vigiladas por ellos, se ejecutan en terrenos de su propiedad. Esto no sucede con otros trabajos, que, aún siendo más eficaces, llegan al resultado indirectamente, y no llevan la convicción al ánimo del ribereño.

Por eso el encauzamiento, á pesar de las duras críticas de que ha sido objeto, es el único medio á que se ha apelado siempre, y hoy se apela todavía, entre los varios propuestos para remediar el mal. En materia de diques hay dos procedimientos entre los cuales elegir: el de los diques llamados insumergibles y el de los sumergibles. El nombre de los primeros indica bastante el objeto; pero Mr. Dausse pregunta con razón: ¿hay propiamente diques insumergibles? Para establecerlos sería preciso conocer á punto fijo la altura de la mayor avenida, cosa imposible de averiguar, pues sería para ello forzoso se hubiesen combinado en las ya conocidas, todos los elementos influyentes en la inundación, de tal manera, que produjesen la máxima avenida. Si no fuese conocida en el Sena la grande inundación de 1615, y los diques que defienden á París se hubiesen establecido para alturas menores, una gran parte de aquella capital estaría expuesta á ser sumergida, sin que podamos afirmar tampoco se vea hoy libre de semejante calamidad, mientras no se-

pamos que ninguna combinación, no conocida, dará una altura mayor que aquella á que hoy se encuentran establecidos los muelles de París. El nombre de diques insumergibles se entenderá siempre con relación á las inundaciones anteriores, pues los ribereños solo los elevan un poco más que el límite de las conocidas, y eso no siempre.

La más probable de todas las hipótesis hechas para un río es que, aún dentro de las condiciones de una lluvia igual ó inferior á las ya ocurridas, no se haya verificado la combinación de la máxima avenida. En efecto, ésta sería producida por aquella en que las mayores crecidas conocidas de los afluentes se hubiesen presentado á la vez, en los intervalos de tiempo necesarios para llegar simultáneamente al punto elegido en el río para la observación. Por ejemplo: Vallés dice que la crecida del Loira en 1856, ha sido producida á partir de Bec-d'Allier, por las aguas reunidas del Allier y el Loira. Pues bien; en Roaune, aguas arriba de aquel punto, subió el Loira 2^m,57 menos que en la de 1846. ¿Qué hubiera sucedido si este río alcanzase la última cota?

Los daños que una crecida causa en los diques cuando están destinados á ser insumergibles, son bien patentes. Si las aguas llegan á verter por encima, romperán los diques; la irrupción violenta del río dentro de las heredades arrojará grandes masas de cantos rodados, grava y arena, que esterilizarán el terreno, y la gran velocidad de la corriente arrastrará la capa vegetal. Para que esto suceda no es indispensable que las aguas viertan por encima de los diques; la rotura de éstos, y los daños que de ella provengan, pueden ocurrir por efecto de la gran velocidad de las aguas y de los embates á que los diques están expuestos; un pequeño deterioro en ellos basta para determinar una abertura cada vez mayor á medida que se prolonga la crecida, siendo muy rara aquella en que no se consigue la destrucción de algunos diques.

Al enumerar los defectos de los diques llamados insumergibles, hablamos como Ingenieros, y si como tales los condenamos, no por eso nos parecen dignos de crítica los que los emplean; es una cuestión que su interés discutirá, decidiendo si es preferible exponerse á los riesgos que á causa de ellos corren, con tal de utilizar una mayor extensión de terreno, á fin de poderlos destinar á aquellos cultivos que son incompatibles con las inundaciones anuales. Lo que censuramos es, que cuando sobreviene un desastre reclame de la nación el resarcimiento de los daños sufridos.

Reglas para determinar la altura de los diques.—17. Comoy pretende dictar reglas seguras para determinar la altura que se debe dar á los diques para hacerlos insumergibles, pero parte de datos anteriores, lo cual supone no ha de sobrevenir crecida mayor que las conocidas. Los errores cometidos en la determinacion de la altura de los diques de encauzamiento son debidas, dice aquel Ingeniero, á dos causas: la primera, á la disminucion del ancho de la seccion de desagüe por los espacios laterales que se segregan, lo cual la obliga á tomar mayor altura. La segunda á un aumento en el gasto correspondiente al máximo de la crecida, y esto reclama un nivel más elevado.

Para determinar la elevacion, Comoy aplica la fórmula conocida del movimiento uniforme, y deduce (en la hipótesis de ser invariable el gasto) la siguiente relacion entre los datos del problema y la altura que se busca:

$$\left(\frac{X}{H}\right)^{\frac{5}{2}} = 1 + \frac{l}{L} \left(\frac{h}{H}\right)^{\frac{5}{2}};$$

en la cual L representa el ancho del cauce entre los diques, l la parte segregada por el encauzamiento, H y h las alturas medias respectivas correspondientes á H y h .

Ademas de la altura X , debemos agregar la que corresponde al aumento de gasto en el máximo de la crecida, que calcula Comoy de la manera siguiente. Cuando el rio no está encauzado, los espacios laterales absorben una parte de las aguas que alimentan al rio en el periodo descendente: estas aguas se ven sustituidas para este periodo por una lámina de agua correspondiente al exceso de altura que toma el rio para asegurar el nuevo gasto; y la diferencia ha debido aumentar el gasto en el periodo ascendente, y por consiguiente el máximo. De aquí se deduce que siendo invariable el gasto total dado por la crecida, la cantidad de agua correspondiente al periodo de descenso de la crecida habrá disminuido. Existirá, pues, en el periodo de ascenso, un aumento de gasto equivalente al volumen que los espacios laterales almacenaban en este periodo.

Este aumento en el gasto correspondiente al máximo, es todavía mayor por la consideracion de disminuir el tiempo de la subida, y necesita como compensacion para desaguar el mismo volumen, un aumento en el gastopor unidad de tiempo. La fase del máximo se trasmite más rápidamente, dice, en los cauces estrechos que en los anchos, al paso que

el principio de la crecida se trasmite con la misma velocidad.

Desgraciadamente, despues de todas estas consideraciones, nos encontramos en la misma imposibilidad que ántes para calcular la altura que debería darse á los diques para hacerlos insumergibles. Principiemos por el punto de partida, falso y extremadamente peligroso. Supone Comoy, implícitamente al tomar la máxima crecida conocida, que ésta no será excedida en lo futuro; si por desgracia sucediese, los desastres serian tanto mayores cuanto más se hubiesen elevado los diques.

La segunda objecion que presentamos, se refiere á la fórmula empleada para determinar la altura correspondiente al nuevo cauce en la hipótesis de un mismo gasto máximo. Si el movimiento uniforme pudiera acaso considerarse aplicable al rio despues de encauzado, de ninguna manera lo es al rio en su estado natural, para el cual serian sólo admisibles las fórmulas complicadas relativas al movimiento permanente (y esto durante un corto espacio de tiempo). La pendiente del rio es diferente en ambos casos, y no son comparables los gastos por este motivo.

Otro de los principios establecidos por Comoy es evidentemente inexacto; el mayor gasto en el periodo de la subida no lleva como consecuencia un gasto mayor para el momento del máximo, y ésta es una nueva razon que nos induce tambien á rechazar la fórmula que sirve para determinar la altura del rio encauzado, cuando el gasto en el máximo se supone invariable. La única demostracion dada por Comoy se funda tan sólo en la figura 4.^a; pero la

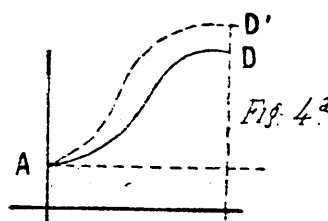
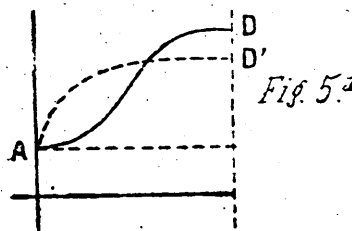
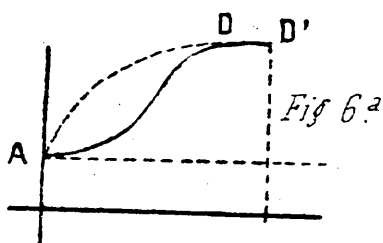


figura 5.^a y la 6.^a satisfacen igualmente á la condi-





ción establecida por Comoy, y sin embargo, el máximo es en ellas el mismo ó menor.

Hay otra razón más que nos demuestra será siempre el mismo el gasto máximo, cualquiera que sea el cauce; cuando el régimen se ha establecido, el río lleva el total de lo que corresponde á la lluvia que cae en la cuenca.

Esto mismo es aplicable, suponiendo exacto que el tiempo del ascenso de la crecida disminuye con el encauzamiento. La ley de propagación de la crecida es cierta; no porque se propague más lentamente en un cauce estrecho, por ser estrecho, sino porque le corresponde mayor altura en la corriente, y la velocidad de propagación crece con ella.

Pero aún cuando fuesen exactos los principios que Comoy establece, nos veríamos imposibilitados de aplicarlos. Aunque hiciésemos tanteos respecto del gasto máximo, ¿de qué nos serviría, si desconocemos la ley de los gastos anteriores, á contar desde aquel para el cual principia la crecida? Es tanto como decir que una curva es conocida y se puede trazar cuando se sabe que pasa por dos puntos.

Vemos, pues, que nada es posible utilizar de las reglas dadas por Comoy, y que la cuestión se encuentra hoy tan irresoluble como antes.

Se continuará.)

TERMODINAMICA.

En el artículo sobre Termodinámica escrito por el Excmo. Sr. D. José Echegaray y publicado en el número 8 de este periódico correspondiente al año 1869, se dejaron de insertar por un error involuntario los números 60, 61 y 62. Cuando se echó de ver esta falta, se había extraviado el original. Habiendo escrito de nuevo el Sr. Echegaray la parte que faltaba, la insertamos á continuación para no dejar incompleta tan interesante teoría.

60. Las dos ecuaciones

$$T = J \Sigma Q,$$

y

$$\Sigma \frac{Q}{f(t)} = 0,$$

expresan los dos *principios fundamentales* de la teoría moderna del calor; el primero, la transformación siempre proporcional del trabajo en calor, y de éste en aquél; el segundo, indica en cierto modo la ley de esta transformación; sin embargo, tanto como el primero es claro, natural, sencillo, es abstracto, oscuro é indirecto el segundo.

Toda cantidad de calor equivale á cierta cantidad de fuerza viva ó de trabajo; esta idea es tan natural como fácil de comprender.

Pero, ¿qué significa en cambio $\Sigma \frac{Q}{f(t)} = 0$?

¿A qué propiedad física, mecánica ó térmica, que se pueda expresar en el lenguaje común; que se vea traducida en hechos en la naturaleza, corresponde esta expresión algebraica?

Procuremos aclarar algún tanto esta materia.

Fijémonos en el cuadrilátero fundamental de la fig. 8, y en la fórmula sencilla del (N. 57).

$$\frac{Q_1}{f(t_1)} = \frac{Q_0}{f(t_0)}.$$

Ante todo, digamos, aunque anticipando las ideas, que las funciones $f(t_1)$ y $f(t_0)$ no son más las temperaturas absolutas t_1 y t_0 , según demostraremos más adelante; de suerte que la fórmula anterior se reduce á esta otra:

$$\frac{Q_1}{t_1} = \frac{Q_0}{t_0}.$$

que puede también ponerse bajo la forma

$$\frac{Q_1}{Q_0} = \frac{t_1}{t_0}$$

ó bien

$$\frac{Q_1 - Q_0}{Q_1} = \frac{t_1 - t_0}{t_1},$$

y, así escrita, expresa una propiedad muy importante.

$Q_1 - Q_0$ es la cantidad de calor que se convierte en trabajo:

Q_1 es la cantidad de calor que se toma del foco superior correspondiente al arco $P_1 P_2$, y por lo tanto, el primer miembro expresa *la relación entre el calor convertido en trabajo, es decir, utilizado mecánicamente, y el consumido*, y nos dice que dicha relación sólo depende de las temperaturas absolutas t_1 y t_0 de los dos focos, y que por lo tanto es independiente del cuadrilátero que es-