

INUNDACIONES.

(Continuacion.)

III.

21. Para evitar los desastrosos efectos de las inundaciones se han ensayado multitud de sistemas.

Hasta 1856 tuviéronse en cuenta los sinietros, mas no los beneficios que las avenidas pueden producir, y desconociéndose que es imposible asignarlas un limite, como lo prueban especialmente las que han ocurrido desde el siglo XVI hasta nuestros dias, gastáronse sumas enormes en la construccion de diques longitudinales *insumerjibles*, calificado que censura Mr. Dausse probando que no solo es pretencioso por la incertidumbre que hay en punto á la subida de las aguas cuando llegan á salir de madre, sino porque arrastrando las mismas detritus de arenas, piedras y lodo, y desparrramando una parte en el lecho de deyeccion, llevan lo demás al rio, levantando sucesivamente el nivel del mismo, y por consecuencia el suyo propio.—Pero este resultado por una parte y la presion de la corriente sobre los diques mismos, llenos de sinuosidades y de cambios de direccion segun los accidentes del terreno, determinaron, no solo un rebasamiento, sino peligrosas rupturas. Abierta la primera brecha, el impetu de la invasion fué proporcional á la velocidad de la corriente; y la inundacion, apoderándose de las vegas como un torrente desolador, llevó el estrago, obrando en combinacion con las grandes masas de fábrica y con los escombros que, á manera de máquinas de guerra derribaron cuanto se oponia á su paso, á las feraces campiñas y á las tranquilas poblaciones de los llanos. Así que en las inundaciones de 1856 los mas terribles efectos de la destruccion se notaron en los puntos, en que los diques no pudieron resistir á la presion de las aguas.

22. El problema, pues, se halla formulado
Tomo IX.

en la carta del Emperador Napoleon al Ministro del Interior, que he citado arriba. La causa inmediata de las grandes inundaciones de los rios, está en el agua que cae sobre las montañas, no en la que reciben los llanos. Las crecidas del Loire se hacen sentir en Roanne y en Nevers veinte ó treinta horas antes que en Orleans y en Bloix.—En las inundaciones de 1856 el telégrafo eléctrico anunció á las poblaciones, con muchas horas ó muchos dias de antelacion, el momento preciso de la subida de las aguas. Pero si se supone que un valle de dos leguas de latitud por cuatro de longitud recibe en su superficie y en veinticuatro horas 0^m,10 de agua, tendremos en este espacio de tiempo 12.800,000^m cúbicos de agua que se dirigirán al rio, y este fenómeno se repetirá en cada afluente de aquel. Así que, suponiendo que el Ródano y el Loire tengan diez grandes afluentes resultará el volúmen inmenso de 128 millones de metros cúbicos de agua, precipitándose en el rio en veinticuatro horas. Pero si se logra retardar la marcha de toda esta enorme cantidad de modo que en vez de un dia tarde tres ó mas, concibese que la inundacion será tres ó mas veces menos peligrosa. Todo consiste pues, en retardar el curso de las aguas.

Para llegar á este resultado se han hecho muchos y muy notables trabajos.

25. El comandante Rozet, en una memoria sobre la causa de la formacion de los torrentes en los Alpes y sobre los trabajos que deben ejecutarse en el origen de los rios, para impedir que las corrientes de agua se conviertan en torrentes devastadores, supone que estos tienen su origen en los *barrancos* (cirques) laterales á los rios, en el fondo de los cuales existen siempre piedras y fragmentos de rocas desprendidos de las cumbres. Las colinas ó las paredes que los cierran hállanse surcadas, por lo general, por numerosas quebradas ó arroyos que vienen á parar á un canal abierto en la parte mas baja por las mismas aguas y cuya salida se verifica por la estrecha garganta que forman dos rocas escarpadas.—Llámanse *cuenca* (bassin) *de recepcion* al conjunto de todas
Madrid 15 de Abril de 1861.

las superficies que vierten sus aguas en el barranco y al barranco mismo; *canal de recepcion* al que se halla en la parte baja y al cual vienen á parar las aguas y piedras de las quebradas y de las cumbres; *lecho de deyeccion* al espacio mas ó menos considerable en que se desparman á la salida del barranco, formando una especie de abanico, la piedra y materiales arrastrados por la corriente, y finalmente *lecho de desagüe* al espacio comprendido entre el *lecho de deyeccion* y el rio. A uno y otro lado de cualquier rio considerable de los que descienden de los Alpes, hállase cierto número de torrentes con todas estas diversas partes bien determinadas.

24. Ahora bien, el lecho de un rio, cuando corre entre montañas, presenta una serie de estrecheces y de dilataciones, formadas aquellas por rocas bastante elevadas y que á manera de taludes se van separando á medida que ganan en elevacion, y estas por grandes playas cubiertas de guijo y de basa en las que raras veces sigue la corriente una sola direccion, pues suele dividirse en dos ó mas brazos, formando varios islotes, para reunirse despues en un nuevo canal á una nueva aproximacion de las rocas ó á un nuevo levantamiento del terreno. Durante los calores del Estío las playas quedan casi secas y el viajero puede pasarlas á pié enjuto, pues hasta los grandes rios suelen dejar entonces descubiertos grandes trozos ó terrenos que inundan á la primera avenida.

25. Al derretimiento de las nieves y en la época de las lluvias ordinarias llegan las aguas al *canal de recepcion* y se dividen en él en multitud de pequeños arroyos, por entre los fragmentos de roca y por entre las piedras que encuentran al paso y de que solo arrastran una pequeña parte. Pero, como los rios de alguna importancia reciben las aguas de un gran número de torrentes, la cantidad de piedras y de fragmentos que van á parar á ellos son de mucha consideracion.

En los temporales cae muchas veces, en menos de una hora, una gran cantidad de agua en las *cuenas de recepcion* y, acumulada en ellas

por la lentitud con que se verifica su salida al *lecho de deyeccion*, llega á formar un volúmen bastante para que á su empuje, sean arrastrados los materiales esparcidos por el suelo, saliendo por la vertiente mezclados con el agua y el lodo, con el impetu de una catarata. Una parte de aquellos materiales queda en el lecho de deyeccion; pero el resto va á parar al rio cuyo alveo y cuyo nivel vienen de este modo levantándose gradualmente.

26. He copiado esta descripcion, del resumen que hace de la memoria del comandante Rozet, Mr. Luis Fignier, porque si los estudios que hizo aquel sobre la masa de las montañas que separan las corrientes del Loire de las del Ródano y del Saona en los Alpes, del Delfinado y de los Bajos Alpes son aplicables á otras regiones de Europa, en ninguna como en España donde las vertientes presentan, en gran parte, los mismos caracteres que quedan trazados.

27. Ahora bien, segun Mr. Rozet, los diques longitudinales y conocidos con el nombre de insumergibles, que son los contruidos hasta el día, tienen que sufrir presiones tanto mas fuertes cuanto mas lejos se hallan del origen de las aguas. — Pero si se comienza por establecerlos en ese mismo origen, se moderará progresivamente la rapidez de las aguas hasta que, llegando á las vegas, puedan estenderse y dejar en ellas una capa mas ó menos gruesa de limo ó de materias fertilizantes. Despues de depositado este abono natural, el agua correrá á las vertientes que se la dejen, labrando en ellas un lecho, que se irá profundizando á medida que vayan ganando en elevacion los terrenos conquistados por esa superposicion lenta y gradual de las capas de beneficio. Segun las esperiencias de Mr. Rozet esta elevacion será bastante rápida para que el terreno quede á cubierto de las avenidas que no procedan de las lluvias extraordinarias de las grandes tormentas.

28. El nombre de diques *criblantes* (á manera de cribas) que da Mr. Rozet á los que propone establecer en el desagüe de cada cuenca de recepcion de las primeras aguas, y en los puntos en que se estrechan los valles espresa

perfectamente todo el sistema, pues consisten en precipitar en las gargantas grandes fragmentos de roca, realizando artificialmente el trabajo que ha verificado en muchos puntos la misma naturaleza. Las aguas tendrán que dividirse para pasar por los intersticios, en un gran número de surtidores, levantándose además verticalmente, como entre las esclusas de un canal, cuando sean mas abundantes, con lo que se dificultará la irrupción súbita de ellas, y por consiguiente las inundaciones.

Puede obtenerse, dice Mr. Rozet en una nota que publicó en la *Presse* en 1856, por medio de las obras propuestas, que el agua que vierte una cuenca de recepción en una hora tarde diez en llegar al río, de modo que su elevación en el alveo quedará reducida á la décima parte de la que alcanzaría en el orden natural de las cosas.—Así que una crecida de 5 metros podrá quedar limitada á 5 decímetros y se habrán llegado á precaver las grandes inundaciones que arrasan anualmente las vegas.

29. Este medio, he dicho, es análogo á lo que se observa á veces en la naturaleza misma.—Mr. Luis Figuier en *l'année scientifique* correspondiente á 1857, de la que he tomado y aun traducido una parte de las observaciones que preceden, cita un pasaje de las memorias de San Simon relativo á las inundaciones del Loire, que dice así: «El año marítimo (1707) concluyó por una horrible tempestad ocurrida en las costas de Holanda, que hizo perecer en Texel una multitud de buques, y que sumergió una gran parte del país y muchas aldeas. Cupo una parte á la Francia en estos siniestros. Desbordóse el Loire de un modo hasta entonces desconocido, rompió las calzadas, inundó y llenó de arenas la comarca, arrasó aldeas, hizo perecer abogadas á multitud de personas é innumerables ganados y causó mas de ocho millones de daños. Debiéronse agradecer estos beneficios, que han venido perpetuándose despues en mayor ó menor escala, á Mr. Feuillade.

La naturaleza, mas sabia que los hombres, ó para hablar con mas exactitud su autor, habia

puesto multitud de rocas en el alveo del Loire por cima de Roanne que obstruían la navegación hasta este punto, el principal del Ducado de Feuillade.—Feuillade padre, estimulado por los beneficios que podrían resultarle de la navegación hasta Roanne, quiso hacerlas volar; pero se opusieron Orleans, Blois, Tours y en una palabra todos cuantos se hallaban sobre ambas orillas del Loire. Expusieron el peligro de las inundaciones, fueron oídos, y aunque Mr. Feuillade gozaba entonces del favor de Colbert, se decidió que quedasen las cosas como estaban y que no se tocara á las mencionadas rocas.—Pero Mr. Feuillade hijo, obtuvo mejor éxito por medio de su suegro Chamillart, pues sin haber oído á nadie se pasó á las vías de hecho, las rocas fueron voladas, y la navegación quedó establecida en favor de Mr. Feuillade.—Desde aquel momento las inundaciones antes contenidas por las rocas, se han venido desbordando con una pérdida inmensa para el rey y para los particulares y, aun cuando despues se ha reconocido el daño, la cosa era ya irreparable.»

30. En apoyo de lo mismo cita el Emperador, en la carta tantas veces mencionada lo que sucede con los lagos de Ginebra y de Constanza.—Si estos lagos no existieran, los valles del Ródano y del Rhin serían dos inmensos pantanos, porque aquellos suben de nivel todos los años en la época de la fusión de las nieves y sin lluvias extraordinarias, hasta dos ó tres metros, lo que equivale, por lo que hace al de Constanza, á un aumento de dos mil quinientos millones de metros cúbicos de agua, y respecto al de Ginebra, de mil setecientos setenta millones, de modo que si este inmenso volumen de agua no estuviese retenido por las montañas que la contienen á su salida y solo la permiten correr paulatinamente segun la latitud y profundidad del río, todos los años se verificaría una inundación espantosa.

31. El dique de Pinay, construido en 1711 á unos 12 kilómetros por encima de Roanne y que se cita en la misma carta, es el primero que se ha construido siguiendo las indicaciones naturales de que he hablado. Apóyase sobre

las rocas que cierran el valle y reduce el desagüe del río á una latitud de 20 metros, por la cual tiene que salir todo el Loire, aun en la época de las mayores crecidas. La influencia de este dique es tanto mas digna de atencion cuanto que el fin que se trató de llenar con él fué el de moderar las crecidas y oponer á su irrupcion brusca un obstáculo artificial, que supliese á los obstáculos naturales imprudentemente destruidos en la parte superior del río en interés del Duque de Fquillade lo que en efecto se ha conseguido, pues en octubre de 1855 sostuvo las aguas á una altura de 21^m,47 conteniendo y haciendo rebasar sobre Forez una masa de agua valuada en mas de 100 millones de metros cúbicos. La avenida habia llegado á Roanne, al máximo de su elevacion, cuatro ó cinco horas antes que aquel inmenso recipiente estuviese enteramente lleno. Sin el dique de Pinay, la inundacion habria aumentado en mas de 2500 metros cúbicos por segundo.

52. Pero este resultado es consecuencia de trabajos que difieren hasta cierto punto del sistema del comandante Rozet, si bien se fundan en el mismo principio y se acercan mas al de Mr. Vallés, Inspector general de puentes y calzadas, que consiste en la creacion de una reserva del Ródano en el lago de Ginebra. Mr. Vallés en su *estudio sobre las inundaciones, sus causas y sus efectos*, cree que puede hacerse mas, y es establecer depósitos de agua artificiales y permanentes, allí donde la naturaleza no ofrece lo que por escepcion tienen los valles del Ródano y del Rhin en los lagos de Ginebra y de Constanza, y cita un hecho, refiriéndose al Ingeniero Mr. Faraguet, que debe hasta cierto punto servirnos de mortificacion á los españoles, porque alude á la incuria de nuestros mayores despues de la conquista del Perú.

El río que baña la ciudad de Lima está únicamente surtido por las aguas que produce el derretimiento de las nieves acumuladas sobre las cumbres de la vecina cadena de las Cordilleras. Allí no llueve nunca, de lo que resulta que, una vez fundidas las nieves, el río queda

en seco. Antes de la invasion del Perú por los españoles, los Incas, para remediar el inconveniente de las sequias tan funestas en un país cálido, concibieron y realizaron el proyecto de establecer grandes lagos para recibir en ellos y conservar en depósito las aguas procedentes de las nieves, y, al efecto, establecieron fuertes diques en las gargantas de los valles, que servian para el abastecimiento de la ciudad y de sus alrededores en las épocas en que dejaba de correr el río. Despues de la conquista la civilizacion europea fué menos previsora que la indígena, los diques fueron desatendidos, omitiéronse las obras neceserias á su reparacion y conservacion, fueron paulatinamente arruinándose y dejaron de funcionar, si bien quedan algunos restos; y aunque uno de los naturales ha procedido al estudio de un proyecto de reconstruccion y sobre él debió informar el mismo Mr. Faraguet, el lastimoso estado social, político y financiero en que se encuentran hoy aquellas provincias que tan cara pagan su independencia, ha aplazado indefinidamente la realizacion del proyecto.

53. Como quiera que sea, el sistema parece fácil, especialmente en los países montañosos como nuestra España, pues se reduce segun el Ingeniero Mr. Vallés, á copiar la disposicion natural del terreno en la formacion de los grandes lagos; y, si puede generalizarse lo que dice Mr. Boulange refiriéndose á los afluentes del Loire, y establecerse que se encuentran de distancia en distancia en las montañas, dilataciones que corresponden á antiguos lagos, y por bajo de ellas estrecheces ó gargantas en que sin duda alguna existieron antiguamente presas naturales que las aguas fueron descarnando y concluyeron por llevarse; si los estudios geológicos nos ponen de manifiesto á cada paso en nuestras cordilleras formaciones abundantes en fósiles de agua dulce que nos demuestran la existencia de antiquísimos depósitos de agua que dejaron de ser por la incontrastable fuerza del tiempo y de los elementos ¿quién duda que el ingenio y la perseverancia del hombre podrian emprender la restauracion de esas ruinas titánicas de la naturaleza primitiva, como res-

tauran los monumentos de las artes, para llevar la seguridad á los centros de poblacion y la fertilidad y la riqueza á los valles inundados hoy por las corrientes ó empobrecidos por largas sequías? La construccion de pantanos artificiales no seria nueva en nuestro pais, en donde desde 1785 se crearon las empresas de riegos y pantanos de Lorca y Aguilas con el fin de fomentar sus vastas campiñas y de establecer una poblacion y un puerto en el último punto. Tratándose hoy, no solo de fertilizar tierras baldias, sino de atacar en su origen el mal de las inundaciones, estableciendo depósitos elevados con buenos estribos en las sierras, para retardar el impetu de las corrientes y para que sirvan de reserva en la época de las grandes sequías, el caso pareceria mas fácil y, dada la buena eleccion del terreno, se evitarian sin dificultad los estragos y siniestros que tantas veces ha habido que lamentar con la rotura de los diques mal situados ó de grande estension.

34. Este sistema que consiste en el establecimiento de pantanos ó depósitos artificiales, en combinacion con el del Comandante Rozet ó sea con el de los diques *criblantes* produciria los mejores resultados; pero tambien podria combinarse con otros dos sistemas á saber, con el de los diques transversales y con el de las presas flotantes que propone Mr. Babinet.

35. Consiste el primero en establecer en ambas riberas una série de diques en direccion normal á la corriente, apoyándolos por una parte, la mas lejana al rio, en las rocas ó colinas que forman el limite natural de las vegas, con una altura que esceda un tanto á la de las mas fuertes inundaciones (para lo cual habria que descender al exámen de los datos de los archivos y de los documentos históricos y, lo que seria mas fácil entre nosotros al de la tradicion y las relaciones de las gentes ancianas del pais), apartandolos de su direccion perfectamente horizontal á cierta distancia de las orillas, para venir, formando declive, á terminarlos al nivel de ellas, con el fin de dejar al rio un segundo lecho artificial, ó lo que es lo mismo, una seccion central de desagüe á donde vengán á parar las mas grandes masas de agua y las

mayores velocidades. Mr. Vallés propone el modo de construccion de estos diques transversales; pero esto pertenece ya al dominio de los Ingenieros, y no es por consiguiente de mi propósito, tratando solo, como trato, de enunciar los principales medios propuestos contra una calamidad pública, y de dejar su esplanacion y desarrollo á los hombres de la ciencia.

36. El sistema de Mr. Babinet consiste en la construccion de grandes cajones de hierro fundido, semejantes á los que se usan en la marina francesa para llevar á bordo de los grandes buques la provision necesaria de agua, y que flotarán fácilmente cuando se hallen vacios y sean trasladados al punto que se desea, uniéndolos por medio de cadenas cortas y sólidas, y colocándolos atravesados en la corriente como si reunidos formaran un puente. Haciéndolos llenar de agua por una abertura establecida convenientemente se sumergerán hasta el fondo y vendrán á formar un poderoso obstáculo á la corriente, pudiendo el Ingeniero graduar á voluntad su fuerza y poder. La colocacion de estas presas movibles seria tan fácil como la que diariamente llevan á cabo nuestros cuerpos de Ingenieros al establecer el paso de los rios sobre pontones. Pasado el momento del peligro no seria mas difícil retirarlos y trasportarlos á un almacen, vaciándolos de nuevo.

Mr. Babinet propuso este sistema al Bajá de Egipto, para levantar el nivel de las aguas del Nilo sin necesidad de construcciones difíciles ó dispendiosas; pero aconteció en 1840, en la época de la espedicion inglesa y no recibió contestacion.

37. Otros sistemas se han propuesto tambien y son: el que consiste en el establecimiento de canales de derivacion, el de acequias transversales de Mr. Polonceau y el que se funda en la prohibicion de las roturaciones y en la repoblacion de los montes. Tiene gran relacion con este el que se refiere á la plantacion de setos vivos en las pendientes y laderas de las sierras.

El primero está erizado de dificultades, la mayor parte de ellas invencibles, ya se le examine con relacion á su efecto útil, ya á los

desembolsos inmensos que ocasionaria su realizacion.

58. Los canales de navegacion, con los cuales los de derivacion tienen gran analogia, cuestan en Francia á razon de 120,000 fr. por kilómetro y mas, si son laterales á los rios, como el canal lateral del Loire, que cuesta 157,000 francos y el del Garona que sube á 198,000 por kilómetro tambien.

59. Si, prescindiendo del coste, se pasa al exámen de la mayor ó menor dificultad en la realizacion, se encuentran dificultades en las pendientes, dificultades en los puntos de derivacion, dificultades en la eleccion de los puntos de desagüe, dificultades en el encuentro con los afluentes durante el trayecto; dificultades, en fin, por las grandes dimensiones que habria que darlos para que cupiesen en ellos los miles de metros cúbicos que lleva á veces por segundo una gran crecida. Mr. Vallès dice que estas construcciones serian gigantescas y que no pueden emprenderse razonablemente.

40. Mas realizable el sistema de acequias horizontales, consiste en abrirlas largas, profundas y cerradas en las estremidades para que puedan contener las aguas, en todas las pendientes.

Las aguas retenidas en estas acequias, que forman series de pequeños recipientes escalonados, descenderán lentamente á los valles, despues de haberse hecho algunas filtraciones y llegaran á las vegas mucho tiempo despues de las grandes lluvias. Estas acequias podrán tener segun Mr. Polonceau, como un metro de latitud, por medio de profundidad, y contendrán un prisma de medio metro cúbico de agua por uno de corriente. Además de contener la precipitacion de un volúmen de agua ya considerable, aun cuando lleguen á colmarse, moderarán el ímpetu de la corriente, estando como deben estar escalonadas, mantendrán por medio de las filtraciones una constante humedad en los valles, acrecentarán los depósitos de limo y el caudal de los manantiales y no exigirán obras de fábrica, consistiendo como consisten, en simples trincheras y pudiendo plegarse á

todas las modificaciones que exijan los accidentes del terreno.

41. Mr. Lambot Miraval que, en sus observaciones sobre el modo de repoblar los montes y de precaver las inundaciones, aconseja la adopcion del mismo sistema propone que las acequias se dispongan á razon de cuatro por cada hectárea, y, si bien calculado su coste á razon de 60 fr. cada una, las cree bastante caras; opina tambien que esto quedará mas que compensado por el doble beneficio que resulta á los propietarios, primero precaviendo las inundaciones y, segundo constituyendo verdaderos depósitos de agua que harán mas fácil el riego.

42. Este modo de retener las aguas, dice Mr. Polanceau, tiene otra ventaja y es la de que no ataca en lo mas mínimo á la independencia del propietario, pues para plantearle no se necesita del consentimiento del vecino, porque ni perjudica á este ni puede darle el menor motivo de queja. Reducense simplemente al derecho de retener y utilizar las aguas pluviales al pasar por nuestro terreno y á destinarlas al riego por filtracion.

43. Pero como tales trabajos interesan directamente á la agricultura y exigirian por parte del Estado cuantiosos sacrificios, parece como que deben realizarlos espontáneamente los mismos propietarios. El Estado deberia cuando mas enunciar el pensamiento y estimularla por medio de primas sobre el tesoro y sobre las cajas de las provincias.

44. Los Sres. Polonceau, Chevandier de Saint Vicent y el mismo Lambot Miraval no creen, sin embargo, que el sistema de las acequias trasversales deba adoptarse con absoluta exclusion de todos los demás y proponen por el contrario, que se establezcan tambien presas ó diques trasversales en los términos que quedan espuestos y en los puntos en que lo consienta el terreno.

(Se continuará.)

FERNANDO DE MADRAZO.