

son los manantiales, los pantanos, los pozos artesianos, las aguas de drenaje y la elevacion por medio de máquinas, ninguno tan comun como el aprovechamiento de las aguas que llevan los rios hácia los mares, si bien, como indicaremos más adelante, no cede en importancia á este medio en nuestro país, por sus condiciones especiales, el de los pantanos ó grandes depósitos artificiales que almacenan las aguas del deshielo ó las de las lluvias tempestuosas.

El sangrar los rios y *derivarlos* para repartir una porcion de su caudal en los riegos es operacion de antiguo conocida y base de la riqueza agrícola de extensos territorios. Encuéntrase en Asia inmensas superficies fertilísimas en un tiempo, gracias al riego por medio de la derivacion de sus rios, que son hoy verdaderos desiertos por haberse cegado los canales y acéquias, gracias al descuido y desidia de sus moradores. Sin salir de nuestro país se encuentran grandes terrenos cuya produccion aumentaria extraordinariamente si se sangraran los rios inmediatos. La cuenca del Guadalquivir, por ejemplo, es susceptible de ser regada con sus aguas en una extension considerable, que aumentaria extraordinariamente la riqueza de la misma.

OBSERVACION DE MANGON. Pero no solamente es perdida, bajo el punto del riego propiamente tal, el agua que llevan los rios á los mares, sino que tambien deja de aprovecharse el légamo fecundante y otras materias que arrastran, que entorpecen su cauce y obstruyen frecuentemente su salida. Aprovechando tan sólo las aguas de los riegos en los prados, se aumenta extraordinariamente el número de cabezas de ganado de una nacion.

El heno de los prados se trasforma, por medios naturales, en carne del ganado y en abono para los cereales, elementos ambos de toda agricultura bien entendida y base de la riqueza de las naciones más adelantadas.

El notable ingeniero frances Hervé Mangon, á quien seguimos en muchas cuestiones de este libro, afirma que cada 20.000 metros cúbicos de agua que un rio arroja al mar sin ser utilizados en los riegos, equivalen á un buey robusto, refiriéndose al caudal medio de los rios más bien que á sus crecidas. De aquí su frase gráfica, que al propio tiempo es una observacion profunda, «el Sena arroja al mar cada dos minutos un cebon;» ó bien que de aprovecharse todas las aguas de dicho rio podria contar la Francia con un cebon más cada dos minutos.

Esta observacion es de mayor interés en los rios españoles, pues salvo el Júcar, el Tària, el Segura y el Guadalorce, parte del Ebro y algo de las afluentes del Guadalquivir y del Tajo en Aranjuez, puede decirse que la mayoría de los demas vierten su caudal al Océano sin ser aprovechado por la agricultura. Estas observaciones confirman la importancia que hemos dado á los prados en el capítulo anterior, ya que por la sequedad de nuestro clima no sea fácil su formacion en el Centro y Mediodía de la Península si el riego no ayuda á la naturaleza.

CUENCAS HIDROGRÁFICAS. Debemos ante todo dar á conocer la extension y caudal de los rios españoles para indicar su aprovechamiento. No basta esto sólo, pues conviene conocer tambien, además de la naturaleza de sus aguas, la profundidad de su cauce, pues por desgracia en España muchos rios son harto profundos para aprovecharse fácilmente sus aguas con canales de derivacion sin apelar á máquinas elevatorias.

Del anuario del Observatorio de Madrid correspondiente á 1876 copiamos lo siguiente, que se refiere á los rios españoles:

Bajo el aspecto hidrográfico, la Península se divide en cuatro regiones generales: la

CAPÍTULO IX

Canales de riego (1)

OBJETO DEL CAPÍTULO. Despues de haber indicado en los dos capítulos anteriores la clase y cantidad de agua que se necesita emplear en los riegos, atendiendo al objeto de los mismos, y los procedimientos que se emplean para hacer eficaces estos riegos, nos corresponde al presente estudiar la manera de adquirir el agua necesaria para los mismos en los diversos casos generales que pueden presentarse en la práctica. No entraremos en muchos detalles sobre la construccion de las obras.

Nos limitaremos por lo tanto á indicar los medios de procurarse aguas para los riegos, prescindiendo del uso directo de las aguas de lluvia, asunto del que ya hemos tratado en lo que se refiere á los terrenos montañosos, y que se reduce á la forma de la labor en los terrenos llanos, y dedicaremos este capítulo á los canales de riego, medio el más general, tomándo el líquido de los rios.

SUPERFICIE REGADA EN ESPAÑA. La extension de la parte continental de nuestra nacion es próximamente 494.946 kilómetros cuadrados, que con 4.817 de las Islas Baleares y 7.273 de las Canarias, forman, sin contar con nuestras posesiones ultramarinas, una extension de 507.036 kilómetros cuadrados.

De toda esta extension sólo pueden regarse cosa de 15.520 kilómetros cuadrados, ó sea 1.552.000 hectáreas; siendo, como se ve, cosa de 32 veces mayor la parte no regada que la dispuesta para recibir las aguas fecundantes por medios artificiales. Esta relacion es sumamente exígua é indica por sí sola la necesidad de consagrar á este asunto toda la atencion que merece.

AGUA DE LOS RIOS. Entre los diversos modos de adquirir el agua para los riegos, como

(1) Los modelos de obras están tomados de la Enciclopedia agrícola francesa, varias veces citada, y de la monografía del Sr. Vicuña sobre *Motores hidráulicos*.

cantábrica ó septentrional, zona estrecha, comprendida entre la cordillera pirenaica y el mar de su nombre, al que van á parar las aguas que la riegan, en cursos de escasa longitud y caudal; la *lusitánica* ú occidental, la mayor de todas, que alimenta los grandes rios Miño, Duero y Tajo; la *bética* ó meridional, cuyas aguas fluyen por el Guadiana y Guadalquivir al Atlántico, y tambien en cáuces no interrumpidos, aunque cortos, al Mediterráneo, desde las faldas de Sierra-Neveda; y la *ibérica* ú oriental, que comprende la cuenca dominante del Ebro y la de los rios Segura, Júcar, Guadalaviar, Llobregat y Ter.

Los cursos de agua que atraviesan estas várias regiones apenas se elevan á 250, mereciendo el nombre de rios; los demas son arroyos ó torrentes que pagan tributo á los primeros, muchos sólo en circunstancias excepcionales. De los rios propiamente dichos, hay 4 de 700 á 800 kilómetros de longitud; otros 4 de 220 á 550; 7 de 170 á 220; 28 de 115 á 170, y 48 de 60 á 110 kilómetros: los restantes 160 rios no exceden de 55 kilómetros de corriente.

Segun el órden de mayor longitud, los 8 rios principales se clasifican de este modo: Tajo, Duero, Ebro, Guadiana, Guadalquivir, Júcar, Miño y Segura; segun la mayor extension de sus cuencas, de este otro: Ebro, Duero, Tajo, Guadiana, Guadalquivir, Segura, Júcar y Miño; y por el número de tributarios que los abastecen, del siguiente: Ebro, Duero, Tajo, Miño, Guadiana, Guadalquivir, Júcar y Segura.

RIOS PRINCIPALES DE ESPAÑA. Nace el Ebro en las montañas de Reinosa, provincia de Santander; y despues de un curso de 725 kilómetros próximamente, desemboca en el Mediterráneo por los Alfaques, provincia de Tarragona. Las principales poblaciones por donde pasa son: Reinosa, Miranda, Logroño, Calahorra, Alfaró, Tudela, Zaragoza, Sástago, Caspe, Mequinzenza, Mora, Tortosa y Amposta. Y sus principales afluentes éstos: por la izquierda, el Aragon con el Arga é Irati, el Gállego y el Segre con el Cinca y los dos Nogueras, Ribagorzana y Pallaresa; y por la derecha, el Jalon con el Jiloca, Huerva y otros ménos importantes.

El Jucar nace al pié del monte de San Felipe, provincia de Cuenca, y atravesando las de Albacete y de Valencia tras un curso de 750 kilómetros, corre á desembocar en el Mediterráneo cerca de Cullera. Esta poblacion, y las de Alcira y Cuenca, son las tres más importantes que baña. Su principal afluente es el Cabriel, que nace en la sierra de Albarraçin, en el mismo nudo de montañas que el Júcar, al que se une por la izquierda.

Brotó el Segura en la provincia de Jaen, no léjos del Guadalquivir, y atraviesa las provincias de Albacete, Murcia y Alicante. Y despues de bañar con sus aguas á Cieza, Archena, Murcia y Orihuela, desagua en el Mediterráneo, tras un curso de 225 kilómetros, recibiendo por la izquierda las aguas del rio Mundo, que desciende de la sierra de Alcaraz, y por la derecha las del rio de Lorca ó Sangonera.

Fórmase el Guadalquivir entre la sierra de Pozo y de Cazorra, en la provincia de Jaen; y cruzando por las de Córdoba y Sevilla, entra en el Océano en las proximidades de Sanlúcar, despues de haber recorrido 505 kilómetros próximamente y de recoger por la izquierda las aguas del Guadiana menor y del Genil, y por la derecha las del Guadalimar. Las principales poblaciones que baña son: Andújar, Montoro, Córdoba, Lora, Cantillana y Sevilla.

Nace el Guadiana en las célebres lagunas de Ruidera; piérdese despues en un trécho de más de 40 kilómetros; reaparece en los Ojos de su nombre; recorre en toda su extension la provincia de Ciudad-Real y en muy gran parte la de Badajoz; entra en Portugal, y sirve,

al fin, de límite fronterizo entre este reino y España. Su curso desde los Ojos hasta cerca de Ayamonte, donde desemboca en el Atlántico, es de unos 725 kilómetros. Las principales poblaciones por donde pasa son: Mérida, Badajoz y el citado Ayamonte, en la provincia de Huelva. Y sus afluentes más notables el Zujar y el Ardila por la izquierda, y el Zancara, Jigüela con Riánzares y el Gébora por la derecha.

Despréndese el Tajo de la sierra de Molina, en el término de las tres provincias de Teruel, Cuenca y Guadalajara; y deslizándose por ésta y las de Madrid, Toledo y Cáceres, penetra en Portugal, y al cabo de unos 825 kilómetros de curso se arroja en el Atlántico, junto á Lisboa. Por la derecha se refuerza con el Tajuña, unido al Jarama y Henares y con el Guadarrama, Alberche, Tietar y Alagon; y por la izquierda con el Guadiela y otros ménos caudalosos. Antes de penetrar en Portugal pasa por Trillo, Fuentidueña, Aranjuez, Toledo, Talavera de la Reina, Puente del Arzobispo, Almaraz y Alcántara.

El Duero nace al pié del cerro de Urbion, provincia de Soria; y atravesando despues las de Búrgos, Valladolid, Zamora y Salamanca, desagua en el Océano por Oporto, tras un curso de 776 kilómetros. Baña las poblaciones de Soria, Almazan, Aranda, Roa, Peñafiel, Tordesillas, Toro, Zamora, la Fregeneda y Oporto. Y recoge por su derecha el Pisuerga con el Carrion, el Valderaduey y el Esla con el Cea, el Orbigo y el Tera; y por la izquierda el Cega, Adaja y Eresma, Tórmes, Huebra y Agueda.

Toma origen el Miño en Fuente-Miña, provincia de Lugo; atraviesa la de Orense, y separando la de Pontevedra del reino de Portugal, desagua en el Océano, cerca de La Guardia, despues de un curso de 223 kilómetros. Baña las poblaciones de Lugo, Orense, Salvatierra y Tuy, y recibe por la izquierda su principal tributario, el Sil, de curso más recto, largo y caudaloso que el mismo Miño.

Además de los 8 rios principales, merecen citarse, entre los 51 que desaguan directamente en el mar, los siguientes: La Muga, el Fluviá, Ter, Llobregat y Francolí, al norte del Ebro; la Cenia, el Mijares y el Guadalaviar, entre el Jucar y el Ebro; el Adra, Guadalete y Tinto, en Andalucía; el Ulla y el Tambre, en Galicia; y el Nalon, Sella, Nervion, Orio y Bidasoa, en la costa ó vertiente Cantábrica.

AFOROS DE LOS RIOS ESPAÑOLES. Publicamos á continuación un cuadro con los datos de aforos de los rios españoles, que nos han sido proporcionados en el Ministerio de Fomento y extractados de los datos que allí existen, por el ingeniero de caminos D. Recaredo Uha-gon. Dichos datos provienen de los remitidos por los Ingenieros que tenian á su cargo el estudio de las divisiones hidrológicas, y son por tanto de carácter oficial, si bien el corto número de años en que se han hecho las observaciones no da á dicho cuadro toda la importancia que por su asunto merece.

Nos limitaremos á poner tan sólo los 8 principales rios en el órden de la extension de sus cuencas, que, como se verá, no es ni el de su longitud, ni el de su caudal.

NOMBRES	LONGITUD	ESTIAGE MEDIO		CAUDAL MEDIO SUPERIOR		SITIOS DE LAS OBSERVACIONES
		Caudal	Años de observacion	Caudal	Años de observacion	
Ebro.....	725 Km.	»	»	»	»	»
Duero.....	776	11.497	1865 á 69	144.499	1865 y 66	Antes de su confluencia con el Pisuerga
Tajo.....	825	14.030	1867 á 70	23.814	1868 y 69	En Fuentidueña.
Guadiana.....	725	1.227	1868	»	»	A 312 kilómetros de su origen.
Guadalquivir..	505	»	»	»	»	»
Segura.....	225	8.430	1870	»	»	Presa de la huerta de Murcia.
Júcar.....	370	7.806	1870	»	»	Puente de barcas, en Cullera.
Miño.....	233	23.651	1867 y 68	55.415	1867	A 141 kilómetros de su desembocadura.

Los gastos están en litros, y por tanto en metros cúbicos, refiriéndonos á las cifras de sus millares. Los datos del Ebro no constan en el Ministerio de Fomento, pero se encuentran en las oficinas de Zaragoza: los del Guadalquivir no existen. Debemos advertir además por nuestra cuenta, que respecto al Duero es aceptable el aforo del estiage por referirse á cinco años, tiempo en el cual pueden ocurrir bastantes variaciones para que el término medio tomado se aproxime á la verdad; en cuanto al caudal medio superior del mismo río, haremos notar que los años 1865 y 1866, en que se hicieron las observaciones, fué el primero muy lluvioso en la cuenca y el segundo muy seco, por lo cual dicho término medio puede aceptarse.

Respecto del Tajo, diremos que los años que se citan fueron bastante secos en su cuenca, conforme á los datos de las observaciones meteorológicas de la Península, á que nos referimos siempre en estos asuntos. Por consiguiente, los caudales son algo pequeños.

Otro tanto decimos del estiage del Guadiana, pues el verano de 1868 fué seco en la cuenca correspondiente, y notaremos además que refiriéndose las observaciones en este, como en otros casos, á un solo año, pecan de incompletas.

En 1870 hubo un verano regular en lluvias en la cuenca del Segura, y atendiendo sólo á esto, es aceptable el aforo del estiage.

El del mismo año fué lluvioso en la cuenca del Júcar, y el aforo del cuadro, por tanto, algo exagerado: cuéntese, sin embargo, que Cullera está casi en su desembocadura y ya el río llega allí sangrado por los riegos.

Por último, los años observados para el Miño fueron secos en su cuenca.

Además de estas causas que dificultan la comparación de los datos referentes á aforos, hay otra, cual es que éstos han sido observados en diversas posiciones con respecto al curso de cada río, segun muestra la última columna del cuadro, todo lo cual indica que los aforos que exponemos, á pesar de estar hechos por los mejores procedimientos, con gran esmero y repetido número de veces, son un indicio tan sólo de este asunto, que requiere

mayor homogeneidad en las observaciones, como sin duda se realizará con la nueva organización que se ha dado últimamente al estudio de estos asuntos en España.

DERIVACION DE LAS AGUAS. Una vez indicados los caudales de los ríos que hay en España, para que sirvan tan sólo de criterio á todo lo que sigue, é insistiendo sobre su pequeñez y mal uso, comparadas ambas cosas con los ríos de otras naciones de Europa, nos corresponde ahora estudiar el aprovechamiento de sus aguas. Várias veces hemos usado la palabra derivacion, y no es otra cosa que tomar el agua de un río y hacerla marchar por un canal ó acéquia, ahuecado en una de sus orillas, para que, bajando por un terreno de forma conveniente, pueda llevar el líquido fecundante á más ó ménos distancia y utilizarlo en una comarca más ó ménos grande.

La derivacion más sencilla es la que se hace aprovechando un remanso natural del agua en un río, ó un recodo del mismo, para abrir una acéquia que vierte el agua á terrenos más bajos que dicho remanso ó recodo. Este procedimiento es raro, porque dichos terrenos estarán muy expuestos á ser inundados en las crecidas del río, y porque el lecho de éste suele ser siempre la parte más baja del valle. De todas suertes, no puede aplicarse más que á regar pequeñas porciones del terreno.

A veces se favorece esta derivacion tan sencilla, cuando en una parte del fondo del río hay obstáculos naturales, rocas por ejemplo, que forman una presa y hasta una verdadera cascada; entonces los ribereños de la parte alta de esta cascada ó presa pueden derivar fácilmente de ella un canal que, aprovechando el desnivel de las aguas, las guie á terrenos más bajos. Este procedimiento es sobre todo aplicable en los torrentes y en los ríos montañosos. En estos últimos suele establecerse el canal de derivacion en la parte del lecho de río de gran pendiente próxima á un valle, y se traza luego éste de suerte que lleve el agua por las laderas para regar dicho valle; cosa tanto más fácil cuanto que la pendiente natural del río es mucho mayor que la necesaria para el canal.

En un río de escaso caudal y de regular pendiente suelen formar frecuentemente los ribereños diversas presas con piedras de cierto grueso, maderos ú otros obstáculos, á fin de derivar en cada una de ellas por una acéquia el agua necesaria para el riego de sus respectivas propiedades. Es preferible, por várias razones, establecer una sola presa y un solo canal para todos los regantes, pues se consigue mayor regularidad y mejor distribución del agua y no se causan tantos perjuicios á los mismos ribereños con una sola presa como con várias, que estropean el régimen del río y son un gran peligro en las crecidas, pues los obstáculos hacen crecer los remansos é inundar las tierras colindantes.

De lo anterior se deduce que los riegos mejores, bajo el punto de vista general, son los realizados con un solo canal cuyos beneficios alcancen á una grande extension de terreno. El aprovechamiento del agua es mucho mejor en este caso, pues hay ménos pérdidas por filtraciones y mayor comodidad en todos los regantes.

MOLINOS Y ARTEFACTOS. Lo que acabamos de decir respecto de los ríos pequeños y de gran pendiente, y lo que diremos luego en el caso de emplearse un solo canal para regar grandes superficies, presenta además una circunstancia que es preciso tener muy en cuenta, á saber, la existencia anterior de molinos ó de fábricas que utilicen los saltos del agua como fuerza motriz. Precisamente en España este es uno de los graves inconvenientes con que se lucha para la derivacion de los ríos.

Es verdad que nuestra legislacion de aguas concede á su utilizacion para riegos preferencia sobre la de artefactos, pero eso no es bastante. En efecto, al concederse un canal