

curso de los otros. Si nuestro objeto fuese dilucidar el papel que respectivamente desempeñan estos agentes en la vida de las plantas, necesitaríamos entrar en consideraciones fisiológicas, muy importantes sin duda, pero que por el momento carecerían de oportunidad y nos distraerían del asunto que nos ocupa. Por esta razón, y en obsequio de la brevedad, debemos sin ellas dar idea del destino reservado al agua en la vegetación, para poder decidir acerca de la utilidad que bajo este aspecto tenga su empleo, y fijar con la posible exactitud su valor.

De tres maneras el agua auxilia á la vegetación y contribuye al desarrollo de las plantas: en primer lugar, presta sus principios constitutivos de que necesitan los vegetales para formar los suyos; por su introducción en los vasos y células de las plantas, conservan los órganos de estas aquella flexibilidad que necesitan, si han de ejercer con desahogo y vigor las funciones que en la vegetación les están reservadas; en fin, por su medio, y disueltos ó diluidos en ellas, los jugos de la tierra se distribuyen é introducen por todos los órganos de las plantas, que fácilmente ya pueden asimilarlos y convertirlos en su propia sustancia.

Estas diferentes maneras de obrar, que hemos necesitado explicar separadamente, son simultáneas en su acción y gran parte en el fluido que las ejerce; pero sea como quiera, ellas exigen cierto estado higrométrico de la atmósfera, constante renovación y, como consecuencia de esto, un determinado grado de humedad en el suelo; exigencias variables con la clase y edad de las plantas.

Tales son las causas que originan el consumo del agua en la vegetación; causas tan poco conocidas y estudiadas, que dificultan la exacta averiguación de este consumo, é imposibilitan el total aprovechamiento del agua. Las demás industrias tampoco consumen útilmente toda el agua gastada, y su mayor ó menor aprovechamiento ó su *efecto útil*, depende de los progresos de las ciencias y de las artes; pero tienen la ventaja de conocer un punto fijo, que sirve de guía y límite á los esfuerzos del ingenio, y la todavía mas importante de saber la cantidad perdida. La agricultura, los riegos también consumen mayor cantidad de agua que la que realmente utilizan las plantas; pero no podemos averiguar esta diferencia como en las demás industrias. Preciso, pues, será someternos completamente á las indicaciones de la experiencia, único y esclusivo apoyo con que podemos contar, atendiendo el estado de la ciencia agrícola. Porque esta ciencia es para la industria de los riegos lo que la mecánica para la industria fabril. La mecánica señala el límite á que podrá llegar el efecto de una cantidad de agua empleada en la industria que de dicha ciencia dependen; la agricultura ignora el mejor aprovechamiento de una cantidad de agua para la industria de los riegos, circunstancia que desgraciadamente caracteriza esta industria.

Y como si esta vaguedad no fuese suficiente dificultad para la parte de nuestro estudio relativo á los riegos, todavía tenemos que luchar con las que se oponen á un exacto conocimiento de la natura-

leza del suelo y de las aguas empleadas en su cultivo.

La sustancia de que se componga el suelo regable y las que el agua pueda llevar disueltas ó en suspensión, influyen poderosamente en los productos de los riegos, y por consiguiente en la cuestión que nos ocupa. El terreno, los abonos y las aguas, deben en junto proporcionar á las plantas los principios ó elementos que necesitan para formarse; la escasez de cualquiera de ellos, su excesiva abundancia, la presencia de cualquier materia estéril ó nociva para la vegetación, entorpecen esta y disminuyen sus productos. Y no deberá contestarse de una manera absoluta, que la ciencia debidamente aplicada, proporciona medios de corregir estos males, porque si se consigue, es siempre por medio de gastos que naturalmente contrarrestan los productos brutos, y hacen descender algunos grados la utilidad del aprovechamiento.

Prescindiendo, pues, de las causas generales de localización que influyen en el mas útil empleo del agua en una industria determinada, resulta en resumen: 1.º el empleo del agua para la navegación y para la industria fabril, se funda en principios fijos que sirven de base al cálculo de sus efectos y de su conveniencia relativa: 2.º para hacer iguales cálculos en los riegos, es preciso fundarse en la experiencia.

Examinadas en general, aunque bastante sumariamente las industrias que aprovechan las aguas corrientes, concretémonos por ahora á la industria fabril ó al examen de las *caldas*.

MARIANO ROYO.

#### PROLONGACION DEL CANAL DE CAMPOS DESDE RIOSECO HASTA ZAMORA.

El aislamiento en que se encuentra la provincia de Zamora por su posición y por la falta de vías de comunicación, fue causa de que á propuesta del comisionado regio, el Excmo. Sr. D. Mariano Miguel de Reinoso, se mandase por real orden de 15 de abril de 1849, practicar un escrupuloso reconocimiento para averiguar la facilidad de prolongar el canal de Campos hasta Zamora, pasando por Toro, ó aproximándose á este punto todo lo posible. Vamos á presentar un ligero extracto del ante-proyecto que formamos en virtud de la citada real orden.

Desde el primer reconocimiento vimos las dificultades insuperables, con un presupuesto admisible, que presenta la aproximación á Toro; pero debimos, sin embargo, estudiar aquella dirección para cumplir con las instrucciones recibidas y con nuestras propias convicciones, porque la situación de Toro sobre el río Duero, su importancia agrícola, la posibilidad de que allí terminase el canal y continuara la navegación por el río, la circunstancia de que este divide allí la provincia de Zamora, acercándose á Salamanca y permitiendo hacer derivaciones á esa provincia, y otras mil de naturaleza análoga, justifican la determinación de que el canal pasara ó se acercara á Toro.

Rioseco, último pueblo á donde llega el canal de Campos, está en la ladera derecha del valle del Sequillo, riachuelo tributario del Duero, despues de unirse al Valderaduey que desemboca muy cerca de Zamora; es, pues, necesario cruzar la divisoria del Duero y el Sequillo con el canal para llevarle á Toro. El punto mas bajo del elevado estribo que forma la divisoria es una garganta entre Villavellid y Vezdemarban, que se estiende con una pendiente muy suave hasta Toro, en donde se corta brusca y repentinamente para bajar al Duero, que corre á su pie á gran profundidad. Si á toda costa se quisiera llevar el canal á Toro, seria necesario terminarle en el Duero y seguir por él hasta Zamora, por que el valle está cortado por la estribacion de Fresno, que llega precisamente hasta el agua; pero tratándose solo de aproximarse, deberia pasar por Pinilla, Pozo antiguo y Matilla, siguiendo despues el valle de Varzulema, que llega hasta Zamora.

De cualquier modo es necesario atravesar la garganta de Vezdemarban, y para ello conservar el canal con toda su altura en una estension de mas de 50 kilómetros (9 leguas) con un puente canal de mucha consideracion y grandes terraplenes, concluyendo con un desmante de 26,<sup>m</sup>74 (96 pies) de altura media y 48,<sup>m</sup>20 (175 pies) en algunos puntos, y de una estension de 14.854,<sup>m</sup>26 (55.239 pies), ó sea un volumen de 20.416.412 metros cúbicos (54.954.561 varas cúbicas). Suponiendo que, á tal profundidad y en la diversidad de terrenos que necesariamente ha de resultar, no cuesta mas que á 6,848 rs. el metro cúbico (4 rs. vara cúbica), se elevará el presupuesto de dos leguas y media del canal á la enorme suma de 159.817.444 rs.

Cuantas ventajas pueda proporcionar la direccion por Toro y sus inmediaciones, desaparecen ante un inconveniente de tal importancia; nos abstemos por lo tanto de decir otros que existen ademas, porque todos á su lado son insignificantes.

La naturaleza señala la direccion de un canal entre Rioseco y Zamora. Ya hemos dicho que el de Campos termina en el valle del Sequillo, que lleva sus aguas al Duero, cerca de Zamora; siguiendo, pues, por él se tendrá la prolongacion apetecida, sin mas inconveniente que uno inevitable, un número considerable de esclusas por el gran desnivel que existe entre Rioseco y Zamora.

El trazado provisional, que hicimos en esta direccion, empieza en el embarcadero de Rioseco, con una recta en prolongacion de la última del canal hasta la huerta del Cármen, pasa los arroyos del Cármen y del Pepino, y llega á la fuente de la Puebla á 217,<sup>m</sup>555 (780 pies) del Sequillo, y á 4,<sup>m</sup>402 (15,8 pies) sobre sus aguas en la solera. Siguen cuatro enfilaciones casi paralelas al rio, pero á la suficiente altura para evitar sus inundaciones. Despues se cruza el arroyo Puercas y la carretera general de la Coruña á 208,<sup>m</sup>976 (750 pies) del puente de Villar de Frades, siguiendo por el término de San Pedro del Atarce, hasta los prados de Belver. En este punto baja el terreno con bastante rapidez, por lo que es necesario apoyar el

canal en las laderas para distribuir convenientemente las esclusas y conservar la altura necesaria para un puente canal sobre el Valderaduey. Se continúa por las laderas hasta Castronuevo y Asparriegos, en donde vuelve á dilatarse el valle, por el que se llega fácilmente á Zamora; es decir, al valle de Arenas elevado sobre el Duero.

La longitud del canal es de 82.955,<sup>m</sup> 407 (297.712 pies) ó sean 14,8 leguas, y el desnivel entre los puntos cardinales es de 100,<sup>m</sup>866 (362 pies).

Veamos ahora la cantidad de agua necesaria para alimentar este canal, y el modo de obtenerla.

En Calahorra, origen del canal de Campos, del que seria continuacion el de Zamora, se reciben en aguas ordinarias 4,514 metros cúbicos, (70 pies cúbicos) por segundo de tiempo, excepto en los meses de verano. Igual cantidad alimentará al nuevo ramal, descontando las pérdidas por evaporacion y filtraciones, que son 0,255 metros cúbicos (10,86 pies cúbicos), quedando por consiguiente 4,279 metros cúbicos (59,14 pies cúbicos), de los cuales todavia hay que descontar las que por iguales causas y por el ajustamiento de las puertas de esclusas haya hasta Zamora. Adoptando los resultados del canal de Castilla, pueden calcularse esas pérdidas reunidas en 0,585 metros cúbicos (17,7 pies cúbicos), restando disponibles por último 0,896 metros cúbicos (41,44 pies cúbicos) por segundo de tiempo.

El gasto necesario para la navegacion depende del movimiento comercial y de las dimensiones de las esclusas; y adoptando los mismos datos que se tuvieron presentes para el proyecto y construccion del canal de Campos, se ha supuesto el movimiento de 24 barcas diarias en un mismo sentido, ó sea 828.167,26 kilogramos (72.000 arrobas) por dia, y las dimensiones de las esclusas de 26,<sup>m</sup>74 (96 pies) de longitud, 5,<sup>m</sup>015 (18 pies) de latitud, y 2,<sup>m</sup>955 (10,6 pies) de altura ó caída

Siendo, como hemos dicho, 100,<sup>m</sup>866 (362 pies) el desnivel entre Zamora y Rioseco, resultan 54 esclusas en las 14 leguas, quedando solo 0,<sup>m</sup>446 (1,6 pies) para la pendiente; y como una esclusa consume 400,202 metros cúbicos (18.500 pies cúbicos) de agua, las 24 barcas que se han supuesto gastarán 9.604,848 metros cúbicos (444.000 pies cúbicos) en las 24 horas, ó sean 0,110 metros cúbicos (5,14 pies cúbicos) por segundo. Descontándolos de los 0,896 metros cúbicos (41,44 pies cúbicos), quedan 0,786 metros cúbicos (36,50 pies cúbicos), que pueden utilizarse como fuerza motriz para fábricas.

Este volumen tiene en cada esclusa un peso de 784,519 kilogramos (17,047 quintales) que, cayendo de 2,<sup>m</sup>955 (10,6 pies) de altura, desarrolla un trabajo de 50,96 caballos de vapor, equipaliendo aproximadamente cada uno de estos á 6 quintales elevados á un pie en un segundo.

Una parte de esta fuerza motriz se pierde sin ser absorbida por la máquina, de modo que su fuerza es siempre una fraccion de aquella que generalmente se considera como 0,6; por consiguiente aunque la fuerza del motor sea de 50 caballos,

no podemos contar mas que con la de 18 para los efectos dinámicos de la máquina.

Veamos ahora si esta es suficiente para que las fábricas esten bien servidas, sin necesidad de suspenderlas mas que en las cortas temporadas de aguas bajas. Su principal objeto en el canal de Castilla es la elaboracion de harinas; cada una de las piedras empleadas en esta operacion necesita para moler á buena harina 1,5 fanegas de trigo en una hora, una fuerza de 4,11 caballos, contando con la invertida en la limpia y cernido; por consiguiente, puesto que solo tenemos una fuerza de 18 caballos, no podemos dar á cada fábrica mas que 4 piedras; este número ya de por si es pequeño, y ademas nunca se podrá contar con él aun en aguas ordinarias, porque á la menor disminucion que esperimenten, será indispensable reducirle parando alguna piedra, á fin de que no falte la cantidad de agua necesaria para la navegacion; de modo que las fábricas estarán paradas la mayor parte del año, y no tendrán la menor utilidad.

No sucederá esto si á cada una pudiéramos dotarla con igual número de piedras, por lo menos, que el que tienen las de los otros ramales; aunque se suspendiese el movimiento de algunas de las ocho que entonces habria, siempre quedaria el número suficiente para las atenciones de la fábrica.

Esto se consigue con aumentar en 0,606 metros cúbicos (28,02 pies cúbicos) el volúmen de agua disponible; en efecto, las ocho piedras exigen una fuerza de 52,88 caballos de vapor, ó sea una fuerza motriz de 54,8 caballos, puesto que solo se utilizan los 0,6 de esta; para obtenerla con una caída de 2, m 955 se necesitan 1,592 metros cúbicos (64,52 pies cúbicos) ó sean los 0,606 metros cúbicos, (28,02 pies cúbicos) que hemos dicho antes, ademas de los 0,786 metros cúbicos (56,50 pies cúbicos) que ya tenemos. Aun con esta cantidad sería indispensable suspender el movimiento de algunas piedras durante la temporada de aguas bajas, á fin de que no falte á los vasos la necesaria para el calado de las barcas y paso de las esclusas.

Reasumiendo todo lo espuesto relativo á la cantidad de agua necesaria para el canal, vemos que no teniendo cada fábrica sino 4 piedras queda aquella distribuida del modo siguiente:

	Metros cúbicos.	Pies cúbicos.
1.º Pérdida por evaporacion, filtraciones y ajustamiento de puertas. . . . .	0,585=	17,7
2.º Navegacion ó gasto de esclusas. . . . .	0,110=	5,14
3.º Fuerza motriz. . . . .	0,786=	56,50
Total. . . . .	1,279=	59,14

que es el volúmen que se recibe del ramal de Campos en aguas ordinarias; pero si las fábricas, como deben, tienen 8 piedras, se emplearán en la fuerza motriz 1,592 metros cúbicos (64,52 pies cúbicos), que unidos á los otros gastos componen un total de 1,885 metros cúbicos (87,16 pies cúbicos); es decir, que se necesita indispensablemente 0,606 me-

tros cúbicos (28,02 pies cúbicos) mas de agua que la que hay en la actualidad.

El extracto del presupuesto del canal tan ligeramente como aqui lo podemos dar á conocer á nuestros lectores es el siguiente:

	Reales vn.
5.152.955,877 metros cúbicos (5.598.162 varas cúbicas) á 5,424 reales el metro cúbico (á 2 rs. la vara cúbica) . . . . .	40.796.524
540.196,901 metros cúbicos (582.240 varas cúbicas), á 5,186 reales el metro cúbico (á 5 reales vara cúbica). . . . .	1.747.550
4.071.154,478 metros cúbicos (6.970.176 varas cúbicas) á 4,505 reales el metro cúbico (á 2, 5 reales vara cúbica.). . . . .	17.425.440
54 esclusas con puentes de paso, cuérnagos, puertas, etc. á 500,000 reales una. . . . .	10.200.000
5 grandes alcantarillas. . . . .	500.000
25 idem ordinarias. . . . .	1.000.000
2 puentes de paso . . . . .	400.000
Embarcadero de Zamora. . . . .	560.000
Total. . . . .	<u>42.229.114</u>

Concluiremos diciendo algo relativo á las utilidades ó rendimientos probables del canal. No hablamos de las que pueden llamarse indirectas, aunque son muy importantes, porque no es fácil calcular los beneficios que reportará la industria, el comercio y la agricultura de una obra de esta naturaleza, sino únicamente de los rendimientos de la navegacion, y de la fuerza motriz, ó sea de las fábricas.

Para el gasto del agua ha debido llevarse al máximo el movimiento del canal, calculándolo en 24 barcas diarias; pero por mil consideraciones, que no necesitamos decir á nuestros lectores, conocerán que ese dato sería exageradísimo si se hubiese adoptado para deducir los productos. Creemos que es muy prudente y admisible, calculando para todo el canal, el paso de cuatro barcas diarias durante 270 dias útiles del año; lo que equivale á un movimiento de 310.000 quintales por año; y siendo el flete maravedi y medio por arroba y legua, resultará un producto anual para la navegacion de 2.001.176 reales.

El valor de la fuerza motriz está en relacion del desarrollo de la industria. En el pais que atraviesa el canal, está por desgracia tan atrasado que apenas sería por el pronto apreciada. Fijémosla, no obstante, comparándola con la harinera ya algo mas estendida.

La renta de cada piedra en un molino harinero, es de 4,000 reales, y admitiendo la misma para las fábricas, suponiendo aumentado el volúmen de agua hasta el necesario para mover ocho piedras en cada una, serian 52,000 reales por cada esclusa, ó sean 1.088.000 por las treinta y cuatro fábricas, que difícilmente se montarían en mucho tiempo; de suerte que el rendimiento máximo del canal estaria representado.

Por la navegacion. . . . .	2.001.176 rs.
Por la fuerza motriz. . . . .	1.088.000
Total. . . . .	<u>3.089.176</u>

Y descontando de este producto el 5 por 100 de administracion, y 10.000 reales por conservacion de cada legua, que son los resultados prácticos del ramal de Campos, resultaria un producto liquido de 2.786.717 reales, que representa un interés de 6 1/2 por 100 sobre el capital de 42.000.000 invertido en la construccion. Pero ese rédito es indudablemente exagerado en la parte relativa á la fuerza motriz, y durante un largo periodo, pues no era de esperar que pudieran montarse treinta y cuatro fábricas en el nuevo ramal.

Extractemos ahora los principales datos que tan ligeramente hemos indicado en este artículo.

1.º El canal entre Rioseco y Zamora, trazándolo por los valles del Sequillo y del Valderaduey, tiene 82,476 kilómetros (14,8 leguas de longitud).

2.º El desnivel entre los embarcaderos de Rioseco y de Zamora es de 100,ª 866 (362 pies).

3.º El número de esclusas es de 54.

4.º El salto de cada esclusa es de 2,ª 955 (10,6 pies).

5.º Cada esclusa es un rectángulo de 26ª 074 (96 pies) de longitud por 5,ª 015 (18 pies) de latitud.

6.º El volumen de las aguas ordinarias podrá ser de 1,279 metros cúbicos (59,14 pies cúbicos) por segundo de tiempo, de los que hay que descontar 0,585 metros cúbicos (17,7 pies cúbicos) por filtraciones, ajustamiento de puertas, etc.; y 0,110 metros cúbicos (5,14 pies cúbicos) por las esclusadas ó paso de las barcas.

7.º El presupuesto de las obras es de 42.229.114 reales vellon.

Al enunciar las ventajas que resultarían de llevar el canal por Toro, hablamos de la posibilidad de que allí terminase y continuara la navegacion por el rio. Esta idea hizo pensar en que acaso seria mas conveniente poner á Zamora en comunicacion con el canal del Sur en Valladolid, habilitando el Duero y el Pisuerga para la navegacion. No cabe duda que esta obra es mas útil que la primera, y parece que debe ser tambien mas económica; pero no existiendo estudio alguno de ella, no puede hacerse una comparacion fundada entre las dos; por lo que, á propuesta del señor ingeniero D. Ramon del Pino, jefe del distrito de Valladolid, se ha mandado reconocer los rios y formar un ante-proyecto para establecer su navegacion, de cuyos trabajos nos ocupamos en la actualidad. En otro artículo daremos á conocer el resultado de lo que hasta ahora hemos podido estudiar.

ANTONIO REVENGA.

### FERRO-CARRIL DE JEREZ AL TROCADERO.

Esta línea, que ha de ser la primera que en la hermosa Andalucía ha de hacer conocer el poder de las locomotoras, dando vida y animacion á los pueblos que recorre, no tiene mas estension que 27 kilómetros, que pueden subdividirse en dos secciones; la primera que consta de 15 kilómetros entre Jerez y el Puerto de Santa Maria, y la segunda entre este punto y el Trocadero. Los trabajos de la primera seccion están ya muy adelantados, pudiéndose abrir al público para principios de año, y de la segunda se están haciendo los estudios definitivos para formar los planos, y en cuanto merezcan la aprobacion superior dar principio á las obras. Daremos una idea del trazado que sigue la primera seccion, pudiendo de este modo nuestros lectores formar un juicio exacto del estado de los trabajos.

La estacion de Jerez se ha colocado en la plaza llamada del Egido, que teniendo por avenidas parte de las principales calles de la poblacion, contribuye ademas por su estension á la colocacion cómoda y espaciosa de los edificios necesarios para la buena explotacion; en esta estacion se hallan casi concluidos los que han de servir para descanso de los viajeros, la cochera de locomotoras, la cerca que la separa de la poblacion con sus correspondientes entradas, andenes y porterías, los cargaderos de carruages y de mercancías, talleres provisionales y toda la esplanacion. La colocacion de estos edificios se ha dispuesto de modo que si para mayor comodidad del público se quieren tomar los viajeros en el centro de la poblacion, puedan unirse las vias de entrada y salida con dicho centro.

Unidas todas las vias de la estacion en frente de la posesion de Vallesequillo, sale la línea atravesando el cerro del Molino de Viento, en una estension de un kilómetro con la pendiente del 1/100 y dos curvas de 416 y 970 metros de radio: este desmonte, cuyas cotas varían desde 4 hasta 16 metros, tiene un volumen de 86,600 metros (148.239 varas cúbicas) que se han distribuido del modo siguiente:

- 1.360 m. conducidos al terraplen anterior á la distancia media de 200 metros.
- 15 000 m. colocados formando caballeros.
- 70.040 m. conducidos al terraplen siguiente á la distancia media de 600 metros.

El trasporte de 70.040 metros se está ejecutando por medio de wagenes. El número de wagenes dispuesto es de 16, y cada uno tiene 2,70 metros de capacidad. El cuadro siguiente está sacado de las observaciones hechas en este desmonte.

Número de wagenes puestas en movimiento.	Distancia de trasporte.	Número de viajes de cada wagon por dia.	Volumen trasportado.	Observaciones.
2	80 m.	30	162	Cuando puedan estar en movimiento los 16 wagenes se calcula en 800 metros diarios lo que se puede trasportar.
4	100 m.	25	270	
6	120 m.	22	356	
8	200 m.	20	432	

Este trozo de la línea atraviesa el camino que va á la famosa Cartuja de Jerez en un sitio en que la cota del desmonte es de 14 metros, por lo cual ha sido necesario proyectar un puente para dar paso por debajo á la línea del ferro-carril. Este puente se va á ejecutar de piedra de las canteras llamadas de Matasanos, para lo cual estan acopiados todos los materiales al pie de obra para dar principio en cuanto se concluya el desmonte en este sitio: el viaducto tendrá tres arcos, el central de las dimensiones suficientes para las dos vias, y los laterales de menores dimensiones proyectados con el objeto de aligerar los estribos.