

REVISTA DE OBRAS PÚBLICAS

PUBLICACION TECNICA DEL CUERPO DE INGENIEROS DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS

DIRECTOR

D. MANUEL MALUQUER Y SALVADOR

COLABORADORES

LOS INGENIEROS DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS

SE PUBLICA LOS JUEVES

Dirección y Administración: Plaza de Oriente, 6, primero derecha.

Proyecto de riegos del Alto Aragón. ⁽¹⁾

(Sobrarbe, Somontano, Monegros).

Objeto del proyecto.

El objeto del proyecto de riegos del Alto Aragón es proporcionarlo á 300.000 hectáreas de terrenos pertenecientes á las comarcas de Sobrarbe, Somontano y Monegros, comprendidas en las provincias de Huesca y Zaragoza, mediante la utilización de las aguas de los ríos Cinca y Gállego, en primer término, y del Sotón, Astón y Guatizalema en segundo término.

Ultimado definitivamente el trabajo indicado, nos proponemos señalar en lo que sigue las obras que comprende, sus características principales y las ventajas y transcendencia indudables que ofrece para la región alto-aragonesa.

El proyecto definitivo coincide en sus líneas principales con el general que á modo de anteproyecto concienzudo se había formulado; pero los estudios prolijos, severos y detallados á que han sido sometidas todas las cuestiones que obra de tal magnitud comprende, han conducido á la modificación de alguna de las soluciones parciales primeramente adoptadas, perfeccionándose así positivamente el trabajo y dándole más garantías de acierto que pocas veces es doble alcanzar en los de este género.

Partes que comprende el proyecto.

El proyecto, que abarca el plan de riegos más vasto de Europa, consta esencialmente de las siguientes partes:

1.^a El canal del Cinca, derivado de este río, destinado al riego de 80.000 hectáreas de terreno y á conducir sus aguas al pantano de la Sotonera.

2.^a El canal de Monegros, que empieza en el pantano de la Sotonera y tiene por objeto proporcionar el riego á una zona de 220.000 hectáreas.

3.^a El pantano de Mediano, sobre el río Cinca, que almacenará las aguas de este río para alimentar el canal del Cinca.

4.^a La presa y canal del Gállego, que tiene por objeto derivar las aguas de esta corriente y conducir las al pantano de la Sotonera.

5.^a El pantano de la Sotonera, establecido sobre el río Sotón y su afluente el Astón, que además de las aportaciones de estos dos ríos, recibirá las aguas del Cinca por medio del canal

del Cinca, y las del Gállego, por medio del canal de derivación del Gállego.

6.^a Las acequias principales, que arrancarán de los dos grandes canales del Cinca y de Monegros para repartir sus aguas por toda la zona regable.

En resumen: las obras comprenden dos importantes pantanos alimentados uno por el Cinca y otro por el Gállego, dos grandes canales que tienen en ellos su origen y se destinan ambos al riego, y uno de ellos además á llevar aguas del Cinca á uno de los pantanos, una presa y canal de derivación del Gállego para recoger las aguas de este río y, finalmente, las acequias principales.

Canal del Cinca.—Este canal servirá para regar su zona propia, y en las épocas en que no sea necesario para este fin se utilizará para conducir las aguas de aquel río al pantano de la Sotonera.

Este doble objeto de la obra permitirá, con un coste relativamente moderado, completar los recursos hidráulicos que el Gállego puede proporcionar con los más abundantes del río Cinca; si las aguas de este río se utilizasen tan sólo en el riego de su propia cuenca, el valor que las obras representarían, por hectárea regable, resultaría mayor que el coste medio á que ahora se llega con el plan propuesto, pues el canal y el pantano que se requerirían no serían tan completamente aprovechados, y aunque costasen menos, también su importe habría de gravar á una superficie mucho menor.

El canal del Cinca podrá conducir 21,50 metros cúbicos de agua por segundo. Su longitud será de 143,78 kilómetros, de los cuales 24,7 kilómetros en túnel y 5.621 kilómetros en sifón.

Aparte de los túneles, esta obra exige la construcción de 31 puentes-acueductos, alguno tan importante como el que salvará el Cinca en Torre-Ciudad que tendrá un arco central de 40 metros de luz con una altura de la rasante sobre el cauce de 70 metros.

De los ocho sifones del canal, son los más importantes el del Vero, de 364 metros de longitud y 38,77 metros de carga máxima, con un puente metálico de 50 metros de luz, y el gran sifón de Alcanadre, uno de los mayores, si no el mayor del mundo, de 4,001 metros de longitud (cuatro veces el del Sosa) y 58,82 metros de carga máxima, á más de un puente mixto con un tramo metálico de 50 metros y otro de fábrica de 8,50 metros. Ambos sifones serán mixtos, de acero y de hormigón armado, compuestos de dos tubos gemelos.

El presupuesto total del canal del Cinca, comprendiendo el de contrata y el valor de las expropiaciones, se eleva á 51.302.822,52 pesetas.

Canal de Monegros.—Se destina este canal al riego de una zona extensísima perteneciente á las comarcas del Somontano y Monegros, siendo alimentado con las aguas del gran pantano de la Sotonera, en donde tendrá su origen.

(1) Sobre este importante tema ha dado en Zaragoza una notable conferencia el ilustrado Ingeniero de Caminos, D. José Nicolau, de que nos ocupamos en otro lugar de este número.

La capacidad de conducción de este canal se eleva á 55 metros cúbicos de agua por segundo, y gracias á ello, su coste comparado con la extensión enorme de las tierras que ha de fertilizar, resulta relativamente pequeño.

Con un canal de capacidad más reducida, se dejarían sin riego las comarcas que más lo necesitan ó que en mejores condiciones se hallan para recibirlo, como sucede con las extensas llanuras de Monegros, ó habría de tener una longitud y un coste desproporcionados por lo grandes, con la extensión de su zona propia, lo que conduciría, por hectárea regable, á un presupuesto excesivo.

Las 220.000 hectáreas que constituyen la zona propia del canal de Monegros, no podrían regarse con las solas aguas del Gállego, aun complementadas con las del Sotón. Por eso hay que recurrir á las del Cinca, donde existen sobrantes, utilizando para su reunión y conducción el pantano de Mediano y el canal del Cinca, que de todos modos habría que construir. De este modo el problema se hace posible económicamente, pues habiendo aguas suficientes para el riego de una gran zona, resulta aceptable el precio de las obras del canal con su pantano, por repartirse entre un gran número de unidades.

El canal de Monegros tendrá 146 kilómetros, disminuyendo su capacidad de conducción desde 55 metros que tiene en el origen hasta 2,51 metros en el final.

De la longitud total, 15 kilómetros ha de ir en túnel. En ella se comprende el importantísimo túnel de 6,270 metros (esto es, vez y media del que construye España en Canfranc) que exige el paso de la Sierra de Alcubierre para dominar las llanuras de Monegros.

El canal de Monegros sólo tiene 10 puentes-acueductos, y de éstos únicamente uno es de importancia.

Tampoco exige más que dos sifones de un solo tubo, de longitud y carga relativamente moderadas.

Este canal, sólo excedido en capacidad por el de Cavour, de Italia, tiene un presupuesto total de 43.491.901,61 pesetas.

Pantano de Mediano.—Con una presa de fábrica de 56,90 metros de altura total en la parte más profunda, situada á la entrada del desfiladero del Entremón, cerca del pueblo de Mediano, se represarán las aguas del Cinca, formándose un pantano de 102 millones de metros cúbicos.

Esta obra permitirá recoger las aguas de aquel río en las épocas de abundancia para emplearlas en el momento necesario por medio del canal del Cinca que las conducirá, bien á su zona de riego propia, bien al otro pantano llamado de la Sotonera.

Sólo con un embalse semejante podrá el Cinca ser convenientemente utilizado, pues de otro modo sus caudales, ya comprometidos en buena parte en el verano, no bastarían más que para los riegos invernales de una zona relativamente reducida.

El pantano de Mediano contribuirá, además, á otro fin, importantísimo, cual es el de reducir agua abajo de él la importancia de las avenidas del Cinca.

Las condiciones del vaso, y, sobre todo, del paraje para establecer la presa, son excelentes y proporcionan garantías de una seguridad absoluta.

El coste total de esta obra se elevará á 8.330.305,45 pesetas, comprendidas las expropiaciones, siendo de notar que, contra lo que se había creído al principio, no será preciso la ocupación del pueblo de Mediano, que quedará perfectamente protegido de las aguas del embalse porque no alcanza á la parte más baja y porque se establece, además, un robusto muro de separación.

Presa y canal del Gállego.—A la distancia de 3,160 metros agua abajo del puente de Ardisa sobre el Gállego (carretera de Ayerbe á Egea de los Caballeros) se establece sobre aquel río una alta presa de derivación de donde arranca un canal que conducirá las aguas al gran pantano de la Sotonera.

La presa habrá de tener altura considerable, 29,64 metros en la parte más profunda, y 280 metros de longitud á lo largo de la coronación.

El canal será capaz para dar paso á 50 metros cúbicos de

agua por segundo, y tendrá una longitud de 8,13 kilómetros.

De esta suerte, cuando el río Gállego conduzca más aguas que las que exigen sus actuales aprovechamientos, el canal del Gállego las derivará conduciéndolas al pantano de la Sotonera, ínterin el exceso no pase de 50 metros cúbicos; esto último ocurre sólo durante muy cortos períodos.

La presa y canal del Gállego tienen un presupuesto total de 10.726.347,19 pesetas.

Pantano de la Sotonera.—Con una presa de tierra de una longitud total de 4 kilómetros y un tercio y una altura muy variable, pero que en la parte en que es mayor llegará á 31,80 metros, se podrá formar un gran lago de 7 kilómetros de longitud en la parte más extensa, inmenso embalse de 189 millones de metros cúbicos, muy superior á cualquiera de los existentes en España y en Europa y uno de los mayores del mundo.

El gran dique que represaré las aguas, que sólo será excedido en tamaño por los antiquísimos que subsisten en la India, y que resultará de los más altos hasta el presente construídos, se formará con la mezcla, por partes iguales, de tierras y gravas sometidas á una compresión tan enérgica que forme un macizo de una resistencia extraordinaria. Además, un sistema completo de drenaje del terreno y de la base del dique, pondrá por completo esta importante obra al abrigo de toda posible contingencia.

Del pantano de la Sotonera arrancará el canal de Monegros, y por medio de los del Cinca y Gállego recibirá las aguas de estos ríos. El primero podrá aportarle también, en buena parte, las del río Guatizalema que aquel canal cruzará, y en cuanto á las del Sotón y Astón verterán en todo tiempo directamente en el embalse.

El presupuesto de contrata del pantano de la Sotonera, más el valor de los terrenos que su realización requiere, se eleva á la suma de 25.737.869,53 pesetas. El alto coste de esta obra es debido al enorme volumen del dique y á la necesidad, que la seguridad demanda imprescindiblemente, de emplear gravas que se hallan á 8 kilómetros de distancia y de tener que establecer un sistema de drenaje que representa un coste considerable.

Acequias principales.—El riego de las tierras más inmediatas á los canales del Cinca y de Monegros se hace con derivaciones directas de ellos; pero, en general, las aguas se distribuyen por medio de acequias principales, alguna de las cuales tiene la importancia de verdaderos canales. De estas acequias á su vez habrán de partir en su día las secundarias, y, en ciertos casos, los brazales.

Las acequias principales son diez en número, su longitud total es de 327 kilómetros y su presupuesto, con el valor de los terrenos necesarios, se eleva á 21.145.091,27 pesetas.

Características del proyecto.

Se trata de un proyecto de riegos considerable con una zona de riego tres veces superior á la del canal de Aragón y Cataluña, cinco veces mayor que la del de Urgel, y que equivaldría á una faja de terreno de dos kilómetros de ancho que se extendiera á lo largo del ferrocarril que enlaza Port-Bou con Huelva, pasando por Barcelona y Madrid.

Cuando este proyecto se haya realizado, la superficie regable de España habrá aumentado en un 25 por 100.

Caracterizan esta obra su magnitud, los dos grandes pantanos que comprende, la solidez y seguridad con que ha sido proyectada.

Tanto en el río Cinca como en el Gállego, no es posible establecer nuevos aprovechamientos para riegos de zonas algo importantes, sin la utilización de las aguas invernales y de avenida. Esto justifica la necesidad imprescindible de construir los embalses que representan una garantía completa para la alimentación de los canales y, por lo tanto, para que los riegos previstos queden bien asegurados.

El tamaño del proyecto no es arbitrario, sino una consecuen-

cia de las condiciones locales en cuanto á recursos hidráulicos y situación y condiciones de los terrenos que podrían regarse, así como de la necesidad de que el coste por hectárea no exceda de límites razonables.

Así, mientras que el valor de los canales por hectárea regable se elevará en los riegos del Alto Aragón á 422 pesetas, en el canal de Urgel es de 424 pesetas y en el de Aragón y Cataluña se calcula que llegará á unas 400 pesetas. En cuanto á los pantanos, se juzgará de sus condiciones económicas al comparar el precio medio á que resulta el metro cúbico de capacidad en los dos proyectados, igual á 12 céntimos, enfrente de 40 céntimos y de 24 céntimos en que se calculan el de la Peña y el de Santa María de Belsué, respectivamente.

En conjunto, á pesar de que la imposibilidad de realizar riegos en derivaciones directas impone la ineludible necesidad de establecer pantanos, á pesar también de lo costoso del canal del Cinca, de la gran longitud del de Monegros y de sus acequias principales, el coste por hectárea regable es tan sólo de 534 pesetas, inferior aún á muchas obras proyectadas en España y fuera de ella en condiciones á menudo menos difíciles.

El coste total de las obras (presupuesto de contrata y expropiaciones) se eleva á la cifra de 160.734.337,62 pesetas.

Zona regable.

En el plano se marca la situación de la zona regable, indicándose lo que corresponde á cada uno de los dos canales.

En ellas se comprenden tierras de pendientes suaves y planicies extensas, como las de Terreu, al Sur de Barbastro; las de la Coveta, entre Sena, Villanueva de Sigena y Castelflorite; las de Caxicorva, entre Sariñena y Sena; las de Selgua, y, finalmente, las grandes llanuras de Monegros.

La zona afecta á los términos municipales que se indican en el anejo.

La altura de la zona regable está comprendida entre 70 y 440 metros sobre el nivel del mar.

La altura anual pluviométrica varía por término medio entre menos de 200 milímetros y 500 milímetros, lo que acusa un clima árido.

La temperatura es relativamente templada, pero los vientos suelen ser frecuentes é intensos.

Las tierras son arcillo-calizo-silíceas, abundando las muy arcillosas. Los terrenos de yeso tienen poca extensión en la zona regable elegida.

Son tierras adecuadas para el cultivo agrícola, retienen la humedad por mucho tiempo si reciben abundante riego. Son excelentes para el riego artificial.

Salvo en la comarca de Monegros el sistema de vías de comunicación, sin ser completo, responde bastante bien á las necesidades actuales. Sólo faltará una buena red de caminos vecinales.

La población es escasa, cual corresponde á tierras de secano de una región de lluvias poco abundantes, con mucha frecuencia deficientes é inoportunas. La producción agrícola es, por término medio, pobre; en los ciclos lluviosos, como el que afortunadamente venimos atravesando hace unos años, las cosechas, salvo las comarcas de Monegros, son buenas; pero aun así la agricultura se halla en visible decadencia, y la población, lejos de prosperar, disminuye y vive con estrechez.

En los ciclos de sequía la miseria invade los campos, y el sufrido y laborioso labrador de esta región se ve sujeto á las más duras pruebas. El simple bracero emigra á otras comarcas de España, más ó menos próximas. Hace algún tiempo, aun en años regulares, una importante corriente emigratoria se ha iniciado con dirección á las repúblicas americanas.

La zona regable antes y después del riego.

En la actualidad se calcula que la zona regable, desde el punto de vista de los cultivos, se distribuye así:

4.000 hectáreas de terreno en riego eventual, 196.000 hectáreas destinadas principalmente al cultivo de cereales y en pequeña parte al de olivos y viña; 100.000 hectáreas de yermos.

El valor de estas tierras, calculado ampliamente, puede establecerse así:

	Millones de pesetas.
4.000 hectáreas con riego eventual, á 1.500 pesetas.....	4
196.000 hectáreas de cereales, á 450 id.....	88
100.000 hectáreas de yermos, á 100 id.....	10
<i>Total</i>	102

La distribución de cultivos y el valor de la zona, una vez hecha la transformación, sería la siguiente:

	Millones de pesetas.
230.000 hectáreas destinadas á cultivos invernales, á 1.500 pesetas.....	345
70.000 hectáreas destinadas á cultivos permanentes é intensivos, á 3.000 id.....	210
<i>Total</i>	555

El aumento, al completarse el período transformativo, implica un incremento en la riqueza total de 453 millones de pesetas. Restando de éste el coste de las obras (160 millones), el de las acequias secundarias, brazales, nivelación de terrenos y desagües (75 millones), el coste del proyecto é intereses de los capitales de construcción (60 millones), resulta para la riqueza realmente creada un aumento de 158 millones de pesetas.

El valor medio de la cosecha en la zona actual puede calcularse así:

	Millones de pesetas.
4.000 hectáreas con riego eventual, á 340 pesetas.....	1,4
95.000 hectáreas destinadas á cereales y en pequeña parte á viñedos y olivos, á 187 id.....	17,8
201.000 hectáreas de yermos y barbechos dedicados á pastos, á 8 id.....	1,6
<i>Total</i>	20,8

Este cálculo supone una producción media de trigo en secano de 8,50 hectolitros, un precio líquido de 22 pesetas por hectolitro, y además que las tierras de cereales se siembran cada dos años, salvo 18.000 hectáreas que se cultiven á dos hojas.

Hecha la transformación, los rendimientos pueden calcularse así:

	Millones de pesetas.
172.500 hectáreas dedicadas á cereales de invierno y en una pequeña parte á viñedos y olivares, á 360 pesetas.....	62,1
60.500 hectáreas de barbechos destinados á pastos, á 8 id.....	0,5
70.000 hectáreas dedicadas á cultivos permanentes é intensivos de todas clases, á 600 id....	42,0
<i>Total</i>	104,6

Este cálculo supone que en las tierras con cultivos invernales una cuarta parte queda anualmente de barbecho.

Según esto, el valor de la producción se quintuplicaría, lo que, en efecto, concuerda bien con los resultados que arrojan las estadísticas oficiales respecto del valor unitario de la producción del secano y regadío.

Claro está que el capital flotante y los gastos de cultivo aumentan en el último, pero el beneficio líquido, deducido el interés del capital, es notablemente mayor siempre en el regadío que en el secano.

En todo caso, el mayor valor de la producción del regadío significa la vida, la prosperidad, el bienestar de la comarca en que se establece.

Tarifas.

Suponiendo que el Gobierno otorgue á las obras de riego del Alto Aragón el máximo de beneficios que la ley de 7 de Julio de 1911 concede á las que se ejecutan por Sindicatos ó Asociaciones de regantes, las tarifas de que podrían disfrutar los propietarios adheridos serían las siguientes:

	AÑOS							
	2.º	3.º	4.º	5.º	6.º	7.º	8.º	9.º y siguientes.
	Plas.	Plas.	Plas.	Plas.	Plas.	Plas.	Plas.	Plas.
Tierras destinadas á cereales y leguminosas de invierno ó á viñedos y olivares.....	2	3	4	5	6	7	8	9
Tierras destinadas á cultivos intensivos.....	8	12	16	20	24	28	32	36

Los años se cuentan á partir de la fecha en que por primera vez llegue el agua á los canales ó acequias principales donde deben establecerse las tomas.

En el primer año de riego sólo se abonará un derecho de registro de 0,50 pesetas para toda clase de tierras.

Para los propietarios no adheridos, las tarifas serán las que en definitiva fije el Gobierno y las que se proponen son: 15,60 pesetas por hectárea para cereales y leguminosas de invierno, viñedos y olivares, y 54,60 pesetas para todos los cultivos intensivos.

Los propietarios adheridos no estarán obligados á poner en riego sus fincas en el plazo de dos años que fija la ley, sopena de pagar la tarifa, sino que podrán hacerlo paulatinamente en un período de quince años.

En un anejo se indican las tarifas vigentes en los principales regadíos de España. En él no se incluyen, como es natural, aquellos regadíos en que las obras correspondientes fueron ya pagadas con anterioridad por los propietarios de las tierras y en que, por tanto, la alfarda ó canon sólo representan los gastos de conservación y administración, que también van incluidos en las tarifas que aquí se han propuesto.

Estas, según se verá por comparación con las del anejo, son extremadamente reducidas, sobre todo si se tiene en cuenta que en este caso el regante no corre riesgo alguno y que no ha de pagar ningún canon hasta un año después de tener el agua en su finca.

Beneficios que proporcionarán los riegos del Alto Aragón.

Aumento general del valor de la propiedad.—Independiente de las mejoras que reciban por el hecho de la construcción de las obras, las tierras aumentarán de valor, en proporción ignorada, variable según las condiciones.

Posibilidad de aumentar la población agrícola.—La actual en toda la zona puede calcularse en 60 000 personas; hecha la transformación puede llegar á la densidad que alcanza en las huertas del Gállego (donde en gran parte sólo se dispone de riego eventual), y elevarse á 300.000.

Aumento del valor de los arrendamientos.—El mayor valor de las tierras que generalmente corresponde á una mayor productividad, se refleja en el aumento de los arriendos; éstos se ele-

van también porque la seguridad de la cosecha que el riego representa significa para el colono una ventaja inapreciable.

Ventajas del riego para los pequeños terratenientes.—Lo incierto de las cosechas en el cultivo de secano coloca al labrador que cultiva sus propios predios en situación difícil en los años adversos, cuando es reducida la extensión de la propiedad que aquél posee. Con el riego puede decirse que toda incertidumbre desaparece y el labrador logra una remuneración segura para su trabajo que le sustrae á las duras contingencias de los años de cosechas malas ó mermadas. El riego para el pequeño propietario que labra sus tierras significa la subsistencia asegurada, la tranquilidad y la independencia.

Ventajas del riego para el bracero agrícola.—Las largas temporadas en que los cultivos de secano no requieren labor alguna, colocan al bracero de los campos en situación harto angustiosa; su vida en tales épocas está sujeta casi siempre, si no emigra, á las privaciones más duras, y el trabajo que obtiene representa no pocas veces una limosna disfrazada más bien que la prestación agradecida de un servicio.

En el regadío los trabajos son más continuos, el simple bracero los alcanza con más facilidad y se encuentra también más solicitado.

Pero aparte de esto, para el bracero agrícola, en esta región casi siempre muy trabajador, inteligente y honrado, el riego significa la redención de un estado por demás triste y precario. El riego para esta clase sufre representa la posibilidad de cultivar, entre él y su familia, una pequeña parcela adquirida en arrendamiento y casi en propiedad si, como es de desear, se le dan facilidades para ello. El riego, en una palabra, es para el proletariado agrícola la forma práctica y salvadora que, unida á su trabajo, le ha de proporcionar medio seguro de trocar su condición adversa, acaso más afortunada que la del siervo de otras edades, y de elevarla al grado de las del ciudadano libre é independiente.

Ventajas que la construcción de la obra ofrecerá.—De los 160 millones de pesetas que la construcción de las obras requieren, bien puede decirse que 120, por lo menos, se invertirán en forma de sueldos, jornales, materiales, transportes en la localidad y pago de expropiaciones. Esto representa una vivificación previa de la comarca regable que beneficiará á todas las clases sociales, pero especialmente á las más necesitadas, al comercio y á las industrias locales. Se atraerá así á braceros que podrán convertirse en regantes al terminarse las obras, si por su parte han hecho algunas economías y se les ofrecen como es de esperar las facilidades necesarias.

Ventajas para la región en general.—No sólo el período constructivo favorece á la comarca en general: lo mismo puede decirse del período transformativo que implica la inmigración de personas y de capitales, en una ú otra forma, el establecimiento de industrias nuevas y, seguramente, de instituciones complementarias para la introducción del riego que éste consiente y reclama.

Aparte de esto, una vez hecha la transformación, la región, en general, se beneficiará de diversos modos. Cuéntese con que el valor de la producción y el número de habitantes quintuplicarán, y esto representa un auge y florecimiento de la riqueza pública que se traducirán en la prosperidad y en el bienestar.

Obsérvese lo que pasa en las zonas próximas: los riegos antiguos van sin cesar mejorando, aumentando en población al paso que se halla estacionaria ó disminuye la de los secanos; el labrador en el regadío progresa, mientras que el de secano, por término medio, no encuentra adelanto. Y cuando en vez de los ciclos lluviosos, como el que ahora rige por fortuna, se presentan los de prolongadas sequías, la ruina y la miseria se enseñorean de los campos no fecundados por el riego artificial.

En los riegos modernos, como los de Urgel, el progreso es incesante. La producción aumenta en cantidad y en valor, la exportación acusada en las estaciones del ferrocarril de Zaragoza á Barcelona crece de año en año, los pueblos se ensanchan y

mejoran, la vida del habitante pobre de aquellos llanos, antes de los riegos mísera y precaria, hoy es fácil y segura para todos.

Y aun en la zona del canal de Aragón y Cataluña, á pesar de estar pasando la crisis á que conduce una introducción del riego poco menos que repentina, se están ya manifestando para todas las clases sociales los signos de una mejora próxima y definitiva y para los pequeños terratenientes, braceros y comerciantes, las ventajas ya obtenidas y consolidadas son innegables y positivas.

Los inconvenientes que representan la introducción del riego, las crisis á que da lugar, cada vez serán menos duraderas é importantes: los mayores recursos con que hoy cuenta España, el perfeccionamiento de los transportes, el adelanto cierto de la industria, la institución y desarrollo del crédito, la iniciación del agrícola y su próximo advenimiento para subvenir á las necesidades de los nuevos regadíos, el espíritu de asociación que va infiltrándose en nuestro cuerpo social, la inversión de capitales en negocios agrícolas é industriales, con la agricultura relacionada, el empleo cada vez más generalizado de los abonos, principalmente minerales, y, finalmente, las mejoras que las prácticas agrícolas van recibiendo en España, son un conjunto de factores y circunstancias que ahora más que nunca han de facilitar el proceso transformativo de los cultivos de secano en cultivos de regadío y han de contribuir á decidir á la población interesada en los riegos del Alto Aragón á que, con conciencia plena de lo que tamaña empresa significa, reclame su realización con la energía necesaria, se disponga á prestar la colaboración precisa y á emprender por su parte con virilidad el camino que conduce á una mejora que ha de ser transcendental para una región de España, tan importante como merecedora de salir de su actual estado de postración.

Resumen.

En suma, se trata de utilizar los caudales de agua que puede proporcionar el Pirineo, hoy elemento devastador de nuestros valles, germen fecundo en un porvenir próximo para regar 300.000 hectáreas del suelo patrio.

Se trata, pues, de una verdadera rectificación geográfica, que ha de trocar en un gran oasis ubérrimo los mezquinos secanos donde la agricultura es ahora imposible que salga de la condición mísera á que la condena un clima generalmente seco que sólo consiente cosechas invernales de rendimientos harto mezquinos é inseguros.

Y esa rectificación geográfica, que ya en España se ha hecho en un millón y cuarto de hectáreas de su suelo, lleva aparejada un cambio profundo en la constitución de la propiedad y en las condiciones sociales, políticas y económicas de la vida rural de la comarca á que afecta, porque el advenimiento del riego significa la sustitución del cultivo extensivo de las tierras, hoy único posible, por otros sistemas más intensivos que requieren superiores actividades, en los cuales el elemento *trabajo*, si no alcanza toda la preponderancia que merece, encuentra por lo menos remunerado su valor en forma mucho más justa y satisfactoria que hallan el suyo los infelices braceros de las tierras de secano, á los que con demasiada frecuencia, en épocas de sequía sobre todo, sólo se les ofrece esta disyuntiva dolorosa: la emigración del solar nativo ó las privaciones más crueles.

Esta transformación, en la proporción enorme que significan las obras requeridas, exige un período previo de actividad extraordinaria, que dará vida y riqueza á la comarca y preparará de una manera práctica y eficaz la introducción del riego, después de haber invertido los 160 millones que las obras han de absorber.

Perseverando en los lentos métodos que consiente la agricultura en los secanos, será imposible que consigamos aumentar en proporciones altas el caudal de esta fuente sagrada de riqueza, que ahora y siempre ha de ser la primera de España; por el

contrario, uniendo de una manera continua los regadíos de las márgenes del Ebro y del Gállego con los que se extienden á ambos lados del Segre, constituiremos la mayor zona de riegos de España, y el valle del Ebro, en la región aragonesa sobre todo, representará para nuestro país lo que hoy significan para Italia los grandes riegos del Po: la vida independiente y próspera de una población rural importante, el nervio de la riqueza patria, el más sólido fundamento de la nacionalidad.

Y no será esto sólo, sino que aparejado con este acontecimiento, vendrán el desarrollo de la ganadería, complemento indispensable del riego, industrias derivadas y vías de comunicación para dar fácil salida á los productos de tan fecundada zona.

Con el proyecto de riegos del Alto Aragón, casi desde el día mismo en que su realización se emprenda, hay posibilidad de ofrecer trabajo abundante al vigoroso proletariado agrícola que hoy busca medios de subsistencia más holgados en la solitaria pampa argentina; y al terminar las obras cabe proporcionar un hogar propio, independiente y libre, á multitud de ciudadanos españoles que arrastran vida por demás precaria.

Si hacemos esto habremos también dado muestras de una gran previsión social, que es, hoy, de todo punto inexcusable.

(Continuad.)

INSTITUTO DE INGENIEROS CIVILES DE ESPAÑA

EL HORMIGON ARMADO Y LOS GRANDES EMBALSES ⁽¹⁾

VI

La pantalla.

La pantalla es una bóveda cilíndrica, de generatrices á 45° y directrices, horizontal y vertical, iguales, semicirculares: su sección recta, á 45°, una elipse de semiejes r y $\frac{r}{\sqrt{2}}$ y de espesores variables desde e hasta $\frac{e}{\sqrt{2}}$.

La carga en una sección horizontal es uniforme, δz tons./m.²: su efecto es, como en toda superficie velaria con presión normal, una compresión uniforme en todos los puntos, una flexión nula y dos acciones sobre los apoyos, iguales, tangenciales al arco y paralelas, por ser esto un semicírculo. En ningún punto hay componente transversal: la acción de la pantalla sobre los contrafuertes, es la de un semitubo sobre otro semitubo: dos fuerzas, iguales cada una á $\delta z \times r$ tons./m. l., paralelas al plano medio del contrafuerte: no hay sobre éste ni empuje ni tracción transversales. Tanto da considerar la unión de contrafuerte y pantalla como apoyo que como empotramiento, puesto que la sección extrema del arco ni tiende á girar ni á correr en ningún sentido.

Cuando la presión es interior, tal sistema es *permanente de forma*, cualquiera que sea el valor de la carga, δz . Si la presión obra por el exterior, hay una cierta carga *crítica* que, análogamente á la de pandeo en las piezas rectas, determina la *inestabilidad* de forma, el paso del régimen elástico al plástico. Excedida dicha carga, la menor deformación accidental lleva consigo deformaciones generales, sin cesar crecientes, que producen el aplastamiento y la rotura del arco.

Esta carga crítica (véase Foepl, *Resistencia de materia-*

(1) Véase el número anterior.