

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.

APROVECHAMIENTOS DEL RÍO NOGUERA-PALLARESA

PERTENECIENTE Á LA COMPAÑÍA RIEGOS Y FUERZA DEL
EBRO, SOCIEDAD ANÓNIMA, CONOCIDA EN EL PAÍS POR
LA CANADIENSE

(CONCLUSIÓN)

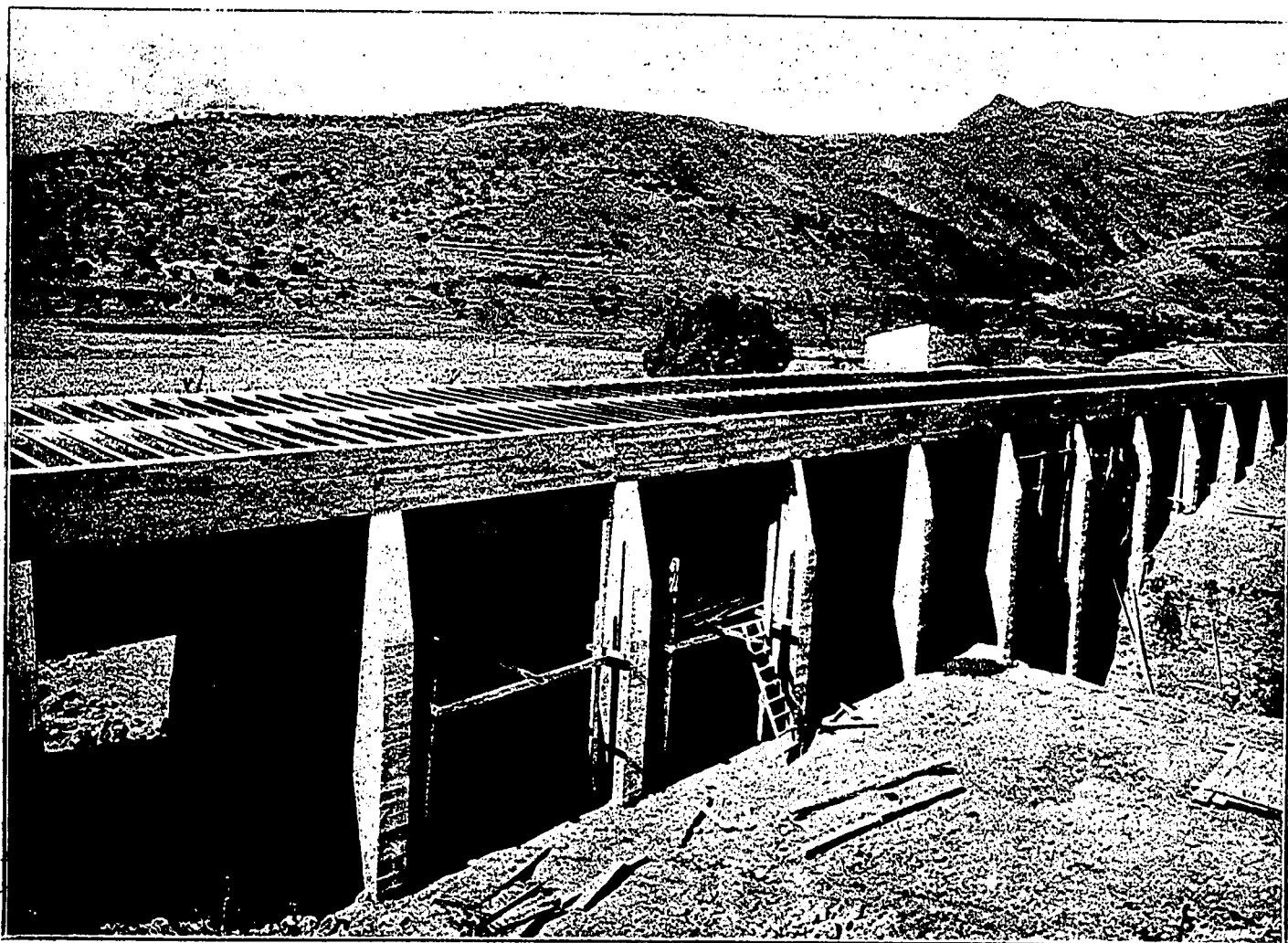
Examen de la presa de San Antonio.

La presa será de derivación, teniendo á 542 metros sobre el mar su cota de la coronación y hallándose á 540 metros el nivel del agua, junto al muro de embalse. La forma de la presa en

proyección horizontal, será la de un arco de círculo, de 150 metros de radio y medida angular de 50 grados, once minutos y cinco segundos, prolongándose dicha presa por rectas tangentes en los estribos, que se empotrarán convenientemente en el terreno.

La longitud de la presa en su coronación, será de unos 130 metros y su altura de 80 metros, sin contar la de las fundaciones, que probablemente alcanzarán una altura de unos 20 metros.

El perfil de la presa se ha calculado por el método de Levy; las dos curvas de presiones, en carga y en vacío, quedan dentro del núcleo central: para los efectos del cálculo se supone recta la presa y la densidad de la fábrica se fija en 2.400 toneladas por metro-cúbico, resultando ser la presión máxima de 10,3 kilogra-



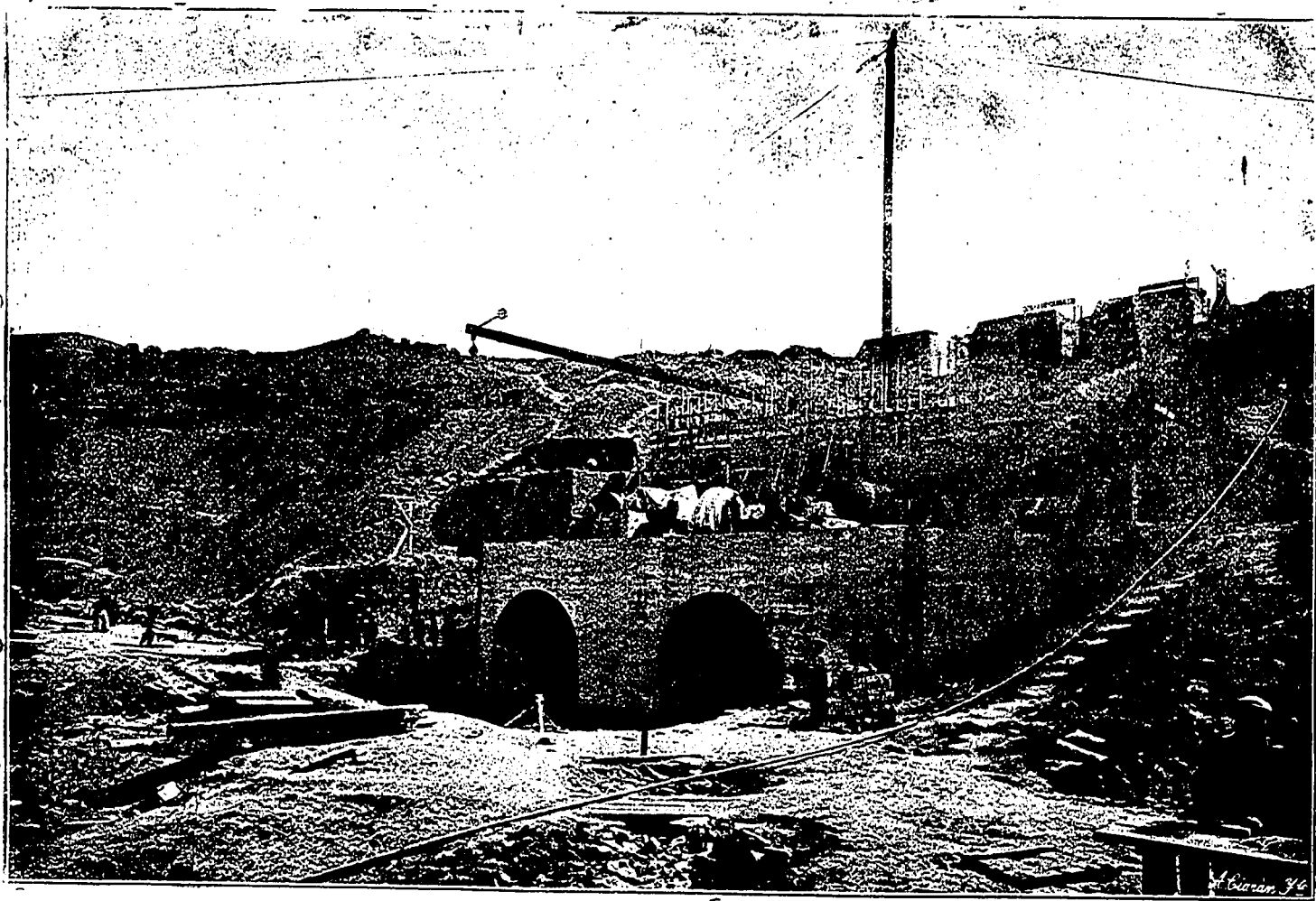
Acueducto del canal de Puebla.

mos por centímetro cuadrado. La construcción se realizará empleando grandes bloques de piedra, con relleno de hormigón de primera calidad, formado de cemento portland y piedra caliza escogida, extendido por capas en toda la extensión de la presa. La piedra para el hormigón será triturada con esmero y tamizada en una serie sucesiva de dimensiones, que variarán, desde el polvo fino, hasta el tamaño máximo de 0,075 metros, determinándose, en consecuencia, las cantidades de cementos apropiadas. Con el fin de evitar que el agua rebase la cota de 541 metros, ó sea un metro inferior á la coronación de la presa, irá ésta provista de un vertedero de canal de descarga, éste se dispondrá en un lado, junto á la presa y aguas arriba de ella, formando un vertedero

sente los datos del Ingeniero de minas D. Luis Mariano Vidal y los informes de D. Lucas Mallada y de M. Crosby, comprobados por nuestros compañeros los Ingenieros de caminos D. Alejandro Mendizábal y D. José Bore; para ello se han tenido presentes los datos de las capas que afloran superficialmente y se han practicado más de veinticinco sondeos, deduciéndose, en consecuencia, que las capas de terreno encontradas en el estrecho son las siguientes en orden ascendente:

1.º Margas pizarrosas ó arcillas (las senonenses del vaso del pantano).

2.º Areniscas calíferas donde está practicado el estrecho de San Antonio.



Casa de máquinas del canal de Poblá.—Conjunto.

de 300 metros de longitud, suficiente para dar salida á las mayores avenidas, habiendo aceptado para el cálculo de éstas, en los distintos conceptos en que han de considerarse, los datos que consignamos al estudiar las cuencas del Segre y del Noguera-Pallaresa en nuestra publicación, relativas á las inundaciones de 1907. El aliviadero de superficie, así dispuesto, tendrá excelentes condiciones, sin que la cascada resultante produzca daños en las laderas ni en las obras.

La elección del emplazamiento de la presa fué objeto de muy minuciosos reconocimientos, escogiéndose para ubicarla la parte más angosta del estrecho, en que las laderas son muy escarpadas y constituidas por roca arenisca maciza, que es más dura y fuerte hacia abajo; en cambio, aguas arriba la cuenca abre en forma de anchuroso valle muy á propósito para el embalse de retenida, el cual se desarrolla en una formación subyacente de arcilla esquistosa gris muy potente.

El estudio geológico de los terrenos en que ha de construirse la presa ha sido hecho con prolija minuciosidad, teniéndose pre-

3.º y 4.º Margas y calizas duras que la Sociedad empleará para fabricar cemento y extraer piedra muy buena de construcción.

5.º Arcillas rojizas en las que asienta Talarn y forman la hoya de Tremp.

En las areniscas del tajo Norte se han encontrado cuatro cavernas; pero de su reconocimiento se deduce que son limitadas y no ofrecen peligro para la subsistencia del embalse. También se ha observado que es fuerte, resistente y potente la arenisca sobre que ha de fundarse la presa.

Además, se hace constar en los notables dictámenes emitidos que todos los estratos desde Poblá de Segur hasta Talarn pertenecen á los tramos superiores del sistema cretáceo, tramos senonense y danense y con estratificaciones regulares y concordantes, siendo las inclinaciones suaves de 12 á 15 grados al O. SO., sin desarreglos ni fallas manifiestas.

Las areniscas calíferas del mismo tramo son superiores á dichas margas, y forman una especie de dique transversal al valle

del Noguera, en el que se han abierto paso las aguas durante el período terciario, después de la época oligocena en que tuvo lugar el levantamiento pirenaico.

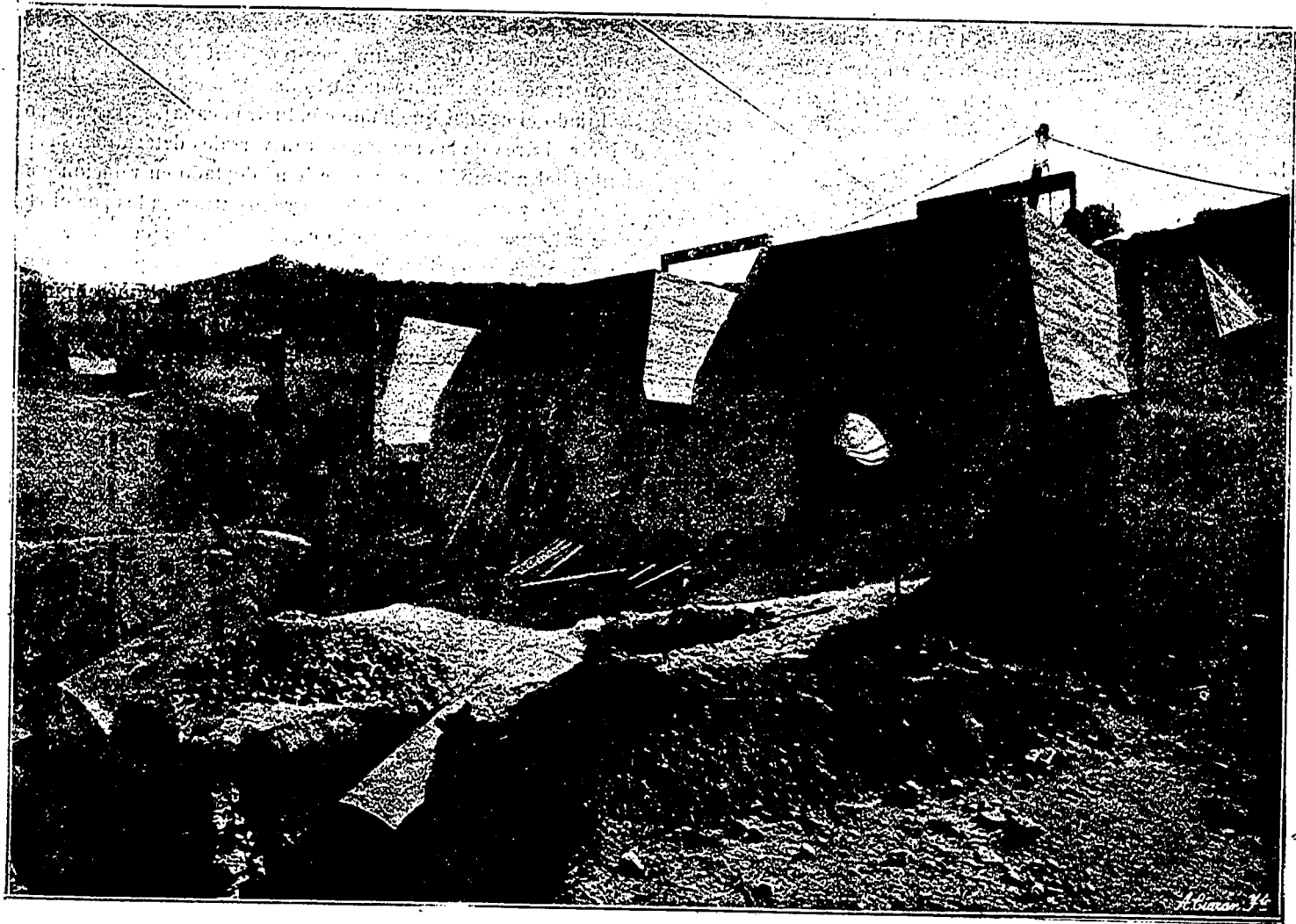
La inclinación de los estratos areniscos es de 12 á 15 grados al O. SO., siendo los mismos regulares, sin desarreglos estratigráficos, fallas ni otra cosa que algunas cavernas limitadas; las areniscas son en orden ascendente, cada vez de grano más fino, más duras, oscuras y compactas, estando esas capas más duras, á mayor altitud á medida que se marcha hacia aguas arriba en el estrecho.

La roca maciza en los sondeos no puede confundirse con grandes cantos caídos en el estrecho por no haberlos en éste; en

La presa calculada, como hemos dicho, por el método de Levy, exigirá estudios complementarios de detalle si se varía el plano de fundación, ó bien si se modificase la composición de los hormigones hidráulicos que formaran la masa del muro de embalse, en la cual, y para aumentar su densidad, se sumergirán grandes bloques de roca caliza.

Completaremos los datos relativos á la construcción definitiva de la presa, consignando que se dotará la coronación de la misma de dos pretilos de 1,20 metros de altura, con espesor de 0,60 metros el de aguas arriba y de 0,40 metros el de aguas abajo.

Respecto de la parte económica, sólo citaremos como cifras



Casa de máquinas del canal de Poblá.—Detalle.

cambio, aparecen vetas de arena en las capas superiores de la arenisca, y á causa de esto se ha recomendado remontar todo lo posible la ubicación de la presa sin salir del estrecho de San Antonio.

Una vez terminados los sondeos, se fijará definitivamente el replanteo del cimiento del muro, después de lo cual se extraerán en todo el área del cimiento las arenas y gravas superiores á la arenisca, se excavará hasta el plano escogido para la fundación, consolidándose las vetas de arena, si las hubiere, y se rellenarán con hormigón hidráulico las grietas y cavernas existentes en los tajos del estrecho que han de servir de estribos.

Los materiales escogidos para la formación de la presa son todos de excelente calidad, habiendo podido comprobarse su bondad por el resultado obtenido en obras antiguas, y también experimentalmente en el laboratorio de la Escuela de Caminos, Canales y Puertos, donde se acusaron resistencias á la compresión de 372,70 y 413,40 kilogramos por centímetro cuadrado y una densidad de 2,51.

de conjunto que el presupuesto total de las obras de la presa asciende á 6.972.857 pesetas, de las cuales la partida de 1.170.010 pesetas es el valor asignado á las 750 fincas que han de ocuparse con las obras y con las aguas del embalse.

El volumen embalsado es de 133 millones de pesetas, pudiendo éste elevarse hasta 400 millones para lograr un mayor aprovechamiento de las aguas de la cuenca; pero esta completa utilización del caudal resultaría antieconómica, y por eso se ha limitado á los expresados 133 millones.

Fábrica de cemento.

En la imposibilidad de obtener en las condiciones de tiempo y precio conveniente, para el progresivo desarrollo de las obras, la cantidad de cemento portland artificial necesario para el conveniente avance de los trabajos, se ha instalado una fábrica de cemento artificial, junto á la presa de San Antonio, dispuesto para producir una cantidad anual de material de toneladas, sien-

do las siguientes las características de este material; el residuo no debe exceder de 18 por 100 en el tamiz de 4.900 mallas; el fraguado comenzará después de media hora y se hallará comprendido entre tres y doce horas; su consistencia será la oficial francesa, y las resistencias mínimas á la tracción con pasta pura serán, respectivamente, de 30, 40 y 45 kilogramos por centímetro á los siete, veintiocho y ochenta y cuatro días, y 15 y 20 kilogramos para el mortero de 1 3, con arena de Leucate, á los siete y veintiocho días, y á los ochenta y cuatro días, superior á esta última:

A la compresión la resistencia ha de ser décupla, y cuando menos de 150 kilogramos por centímetro cuadrado.

La constancia de volumen se comprobará, como de ordinario, en aire húmedo y aire corriente de 15 á 18 grados de temperatura, en agua renovada durante un mes y en agua hirviendo; la proporción de ácido sulfúrico no debe exceder de 0,015 ni de 0,02 la de magnesia.

La fábrica dispone de dos hornos rotatorios de 2,74 metros de diámetro por 42,60 de largo, análogos á los del últimamente montado para la fábrica del cemento asland, y su producción media será de unas 300 toneladas diarias, ó sean 100.000 toneladas anuales.

La instalación se ha dispuesto en lo alto del monte de San Antonio, en sitio muy bien elegido, para tratar las calizas arcillosas que hay en dicha empuencia.

Estudio de los canales.

CANALES DE RIEGO.—Dadas las condiciones de la corriente fluvial y el régimen del pantano, resulta que en los meses de Noviembre, Diciembre y Enero no habrá necesidad de dar riego alguno con aguas del embalse, para cumplir el convenio pactado con los regantes; en los meses restantes han de tomarse volúmenes varios, comprendidos al mes, entre 650.000 y 6.900.000 metros cúbicos, con un total de 31.400.000 metros cúbicos, equivalentes á 1.340 litros continuos por segundo de tiempo, de los cuales 720 corresponden al canal de la derecha y 521 al de la margen izquierda.

La fuerza desarrollada por el agua al pasar del embalse al canal industrial se utilizará mediante una instalación auxiliar que se dispondrá junto á la presa de San Antonio, donde los generadores accionarán las bombas elevatorias para el canal de riego elevado que es el de la derecha; en los meses de Febrero, Marzo y Abril no deberá consumirse energía alguna; en Enero, Septiembre, Octubre, Noviembre y Diciembre se requerirán de 3.000 á 4.000 HP.; en Marzo y Agosto se emplearán 5.000 HP., y llegarán á 8.000 los desarrollados en Junio y Julio.

La pendiente de los canales de riego será en la totalidad de los mismos de 1 por 1.000, variando sólo la sección transversal según que la misma se practique en roca ó en tierra.

CANAL INDUSTRIAL.—Para deducir el caudal de agua que deberá conducir el canal industrial se ha examinado el largo período comprendido entre principio de Marzo de 1905 y fin de Diciembre de 1908, considerando que la zona de embalse, cuya extensión es de 700 hectáreas, experimentará pérdidas anuales de altura de 2 metros de agua por el concepto de evaporación y de 2,40 por el de filtraciones.

Deducidas las pérdidas expresadas, el caudal medio hallado en Poblá de Segur ha sido el correspondiente á un consumo constante de 30 metros cúbicos por segundo, pero puede elevarse ese consumo mínimo hasta llegar al máximo de 42,50 metros por segundo, por lo cual se ha fijado el caudal conducido por el canal industrial en 40 metros cúbicos por segundo.

Ese volumen es el de la cantidad máxima de agua que puede ser suministrada en Camarasa y por esto se ha adoptado para capacidad del canal de conducción la de 40 metros cúbicos por segundo, que es el caudal que llevará el canal durante catorce horas diarias durante los meses de menor consumo, en el bien entendido que en el resto del día el caudal conducido será menor y el apropiado al servicio que haya de prestarse.

Aun cuando resulta más costosa la solución adoptada, no cabe duda de que es ésta preferible á la del proyecto anterior, pues si bien es verdad que se reduce en 20 metros, ó sea en un 9 por 100 la altura de caída para dar lugar á la acumulación de los 133 millones de metros cúbicos del embalse útil, no es menos cierto que se aumenta en 100 por 100 el caudal, con lo cual, la fuerza efectiva que en eje de turbinas hubiera sido de 53.000 HP., llegará á ser de 84.000, con un exceso de 31.000 HP. que compensa con creces el aumento de gasto debido á esta solución.

Fijado el caudal que ha de conducir el canal, falta para poder deducir el área de las secciones transversales determinar las pendientes del mismo, las cuales se han adoptado en relación con la naturaleza y condiciones de los terrenos atravesados por el canal principal, haciéndose lo propio con los túneles cuyas secciones por economía se harán sin huelgo excesivo, pues para el reconocimiento de las fábricas bastará reducir el caudal que circule por el canal durante el tiempo preciso para practicarlo.

Las distintas inclinaciones y secciones adoptadas son las siguientes:

CANAL PRACTICADO	Pendiente.	Ancho	Alto.	Forma de la sección.
Trinchera y tierra floja.....	0,00015	12,00	5,00	Trapezoidal con 18,30 metros arriba, 5,70 abajo y 5 metros de alto.
— tierra dura.....	0,00025			
— roca.....	0,00025			
Túnel atacado sólo por sus extremos.....	0,0015			
Túnel atacado por los extremos y puntos intermedios..	0,001			
Túnel de tramos cortos y trincheras contiguas.....	0,006			

NOTA.—Todas las secciones tendrán las paredes lisas.

Desagües del embalse.

Los medios de salida de agua del pantano serán el canal industrial y el canal de riego y el vertedero—canal de descarga, no disponiéndose desagüe de fondo, pues con la enorme altura de 80 metros correspondiente á la máxima carga del embalse, entrañaría muchos peligros é inconvenientes la adopción del referido desagüe de fondo, no sólo en cuanto á la construcción, sino respecto al funcionamiento de los costosos mecanismos en tal caso precisos.

El vertedero—canal se dispondrá de modo que sea muy delgada la lámina de agua, á fin de que no pueda originar erosiones que pongan en peligro parte alguna de la instalación.

El vasto proyecto de utilización de las fuerzas del Noguera-Pallaresa y el del Segre, de que nos ocuparemos seguidamente, han requerido multitud de trabajos auxiliares, entre los cuales figuran la instalación de la Central térmica de Lérida y la del Salto de la Poblá de Segur, destinándose, desde luego, la energía producida á las operaciones de la construcción, para las cuales se ha requerido el concurso de 12.181 obreros y, en conjunto,

el empleo de un millar de caballerías, trabajando simultáneamente en las distintas obras.

La Central calórica de Lérida se ha instalado para una fuerza desarrollada en eje de las dos dinamos de 700 kilovatios cada una.

De mayor potencia es el Salto de la Pobla, el cual puede producir un esfuerzo normal de 4.500 HP., siempre que el río conduzca el caudal, para el cual ha sido construido el salto.

El canal de la Pobla se desarrolla por la ladera izquierda del Noguera-Pallaresa, y la casa de máquinas del mismo se ha construido de hormigón.

El canal de la Pobla está construido ya y conduce un caudal de 18 metros cúbicos por segundo, siendo el desnivel neto ó salto útil de 23 metros, con una fuerza efectiva de 4.500 caballos, producidos mediante tres grupos de turbinas-dinamos.

Para la realización del canal industrial han sido precisas múltiples obras de construcción de caminos y obras de fábrica importantes, como dos puentes de hormigón y de hierro sobre el Noguera en los Terradets. La excavadora de cuchara utilizada que produce un desmonte medio de 14,62 metros cúbicos por hora.

Asociación de regantes.

Para utilizar los beneficios del riego con las aguas de los canales destinados á dotar de tan importante mejora á vastos terrenos de la Conca de Tremp, se formó en 9 de Junio de 1912 una Asociación de regantes ribereños del río Noguera-Pallaresa, no constituyéndose en Comunidad de regantes para no perder el mucho tiempo necesario para ésta, con tanto más motivo, que aquélla no solicitó subvención alguna del Estado, todo ello sin perjuicio de que en sazón oportuna pueda constituirse la Comunidad de regantes con las reglas precisas para ello, lo cual debería ocurrir preceptiva y obligatoriamente en caso de que los regantes quisieran disolver aquella Asociación.

En cuanto la Asociación tuvo Consejo directivo, éste contrató con D. Carlos Montañés, como representante de la Sociedad Riegos y Fuerza del Ebro, estipulándose la correspondiente escritura pública, en la cual se hizo constar que la Sociedad deseaba beneficiar al país, y á tal objeto se obligaba á construir dos canales de riego, con sus respectivos brazales principales, así como á destinar para el riego las cantidades de agua seguidamente expresadas:

A) Medio litro por hectárea y segundo, durante diez días, en los meses de Enero y Febrero, para viñedos y olivares, en los años en que el Sindicato lo juzgue necesario.

B) Medio litro por hectárea y segundo, durante diez días, también en Marzo, si el Sindicato lo cree indispensable.

C) Medio litro por hectárea y segundo, desde el 10 de Abril al 30 de Junio, para cultivo intensivo.

D) Un litro por hectárea y segundo, desde el 1.º de Julio al 20 de Septiembre, para cultivo intensivo.

E) Un litro por hectárea y segundo, durante diez días, que determinará el Sindicato en los años en que falte la sementera ó no esté en sazón para la siembra.

F) Un litro por hectárea y segundo, durante diez días del mes de Agosto ó de Septiembre, para viñedos y olivares durante los años en que el Sindicato lo crea preciso.

Los precios que percibirá Riegos y Fuerza del Ebro serán los siguientes:

Una peseta por hectárea durante los años primero y segundo, á partir del establecimiento del riego por la Compañía, ó sea desde que funcionen los canales; luego se pagarán 2 pesetas el

tercer año, 4 el cuarto, 8 el quinto, 16 el sexto y 25 pesetas anuales desde el séptimo al trigésimo.

El pago del canon para cultivo intensivo dará derecho á todos los riegos antedichos, y el de cultivo extensivo á todos, excepto el D, equivalente á un litro por hectárea y segundo desde 1.º de Julio al 20 de Septiembre, practicándose los señalados con las letras E y F sólo en los años y terrenos en que deban sembrarse cereales ó en los cultivos de viñedos y olivares, respectivamente.

Al terminar el período de los treinta años de establecidos los riegos los canales pasarán al dominio de la comunidad de regantes, conservando la Compañía la propiedad de su canal industrial con la obligación de dar riego á las tierras inferiores y siendo de su exclusivo dominio todo lo que no afecte exclusivamente al riego; la Compañía seguirá teniendo la obligación de elevar las aguas de la dotación del canal superior, pero percibiendo un canon de tres pesetas por hectárea de cultivo extensivo y 16 pesetas por cada una de las dedicadas al cultivo intensivo.

Se ha previsto el caso de años de extraordinaria sequía, y á tal efecto, en las ocasiones en que el Sindicato creyera deficiente las cantidades de agua anteriormente indicadas para los distintos riegos, designará una persona que le represente, la cual, con la que nombrara Riegos y Fuerza del Ebro, así como en caso de discordia un tercero nombrado por el Presidente del Instituto Agrícola Catalán de San Isidro, resolverán lo procedente, sin apelación alguna, pero sin que en ningún caso pueda pasar la dotación de un litro por hectárea y por segundo.

En el caso más desfavorable, el de disolución de la Sociedad Riegos y Fuerza del Ebro, pasarán á ser de propiedad de la Comunidad de regantes, en el ser y estado en que se encuentren todas las obras y derechos necesarios para el riego.

La superficie en la que han de establecerse riegos completamente nuevos es de 2.103 hectáreas de extensión; además hay en la zona de regadío 328 hectáreas que continuarán teniendo cultivo de esta clase, y, en cambio, en la zona sumergida se comprenden 250 hectáreas de regadío actual.

La población ó número de habitantes propios de la zona regada es actualmente de 6.138 almas, calculándose, indudablemente, se multiplicará en cuanto entre en período de normalidad la zona beneficiada por el proyecto de los riegos antes reseñado.

P. GARCÍA FARRA.

PUERTO DE VALENCIA (1)

(Continuación.)

2.º—Perfiles tipos de los diques.

Dique del Norte.—En el proyecto primitivo dicho dique se había de construir con arreglo á dos secciones distintas: una de 8 metros de anchura en el tramo 1.º y otra de 10 en el 2.º Pero de conformidad con lo discutido y propuesto en la Memoria del antepuerto, no se aumentará la sección, ya que se demostró ser suficiente el mismo perfil para los dos tramos.

Consta de un basamento de escollera, arrojada sobre el fondo hasta una profundidad de 7,50 metros; sobre ésta se eleva una construcción monolítica de hormigón de cemento, cuya base tiene 8,60 metros y su altura es de 7,50, siendo de 8 el an-

(1) Véase el número 1979.