

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.

PANTANO DE SAN ANTONIO

La Compañía Riegos y Fuerza del Ebro está construyendo en las cercanías del pueblo de Tarn (Lérida) una presa de embalse de extraordinarias dimensiones, destinada á la regularización del río Noguera-Pallaresa, para me-

Además, se obtiene el agua necesaria para el riego de 2.500 hectáreas de terreno en la Conca de Tarn. El conjunto de estos aprovechamientos está indicado en el plano y perfil de la figura 1.^a

La presa se construye en el llamado Estrecho de San Antonio, 2 kilómetros aguas arriba de Tarn (figuras 2.^a, 3.^a y 4.^a), donde el río ha recibido ya todos sus afluentes de importancia, y el embalse llega hasta Poble de Segur, que

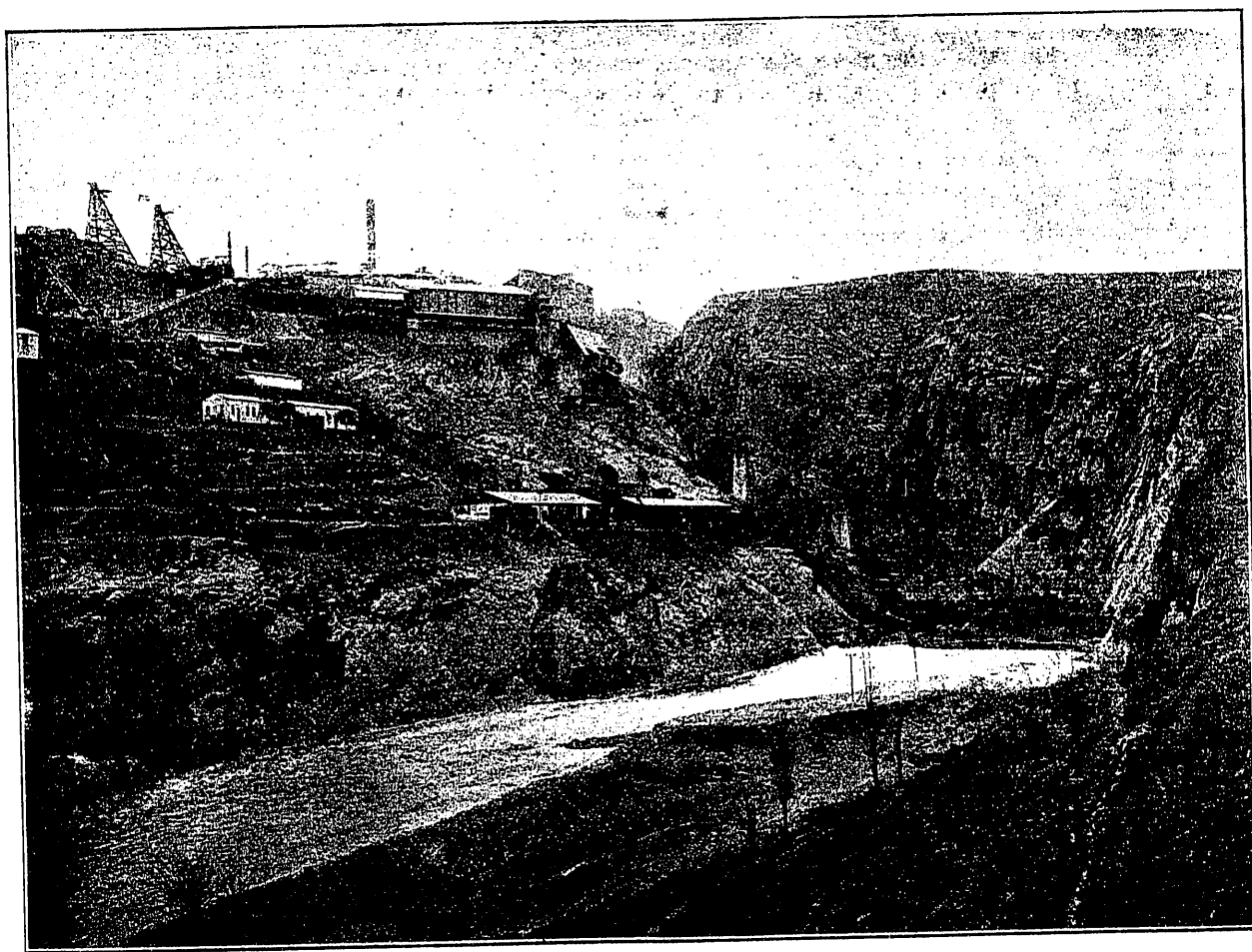


Fig. 1.^a—ESTRECHO DE SAN ANTONIO, MIRANDO HACIA AGUAS ARRIBA.—29 Marzo 1914.

jorar los aprovechamientos hidroeléctricos que, unos ya contruidos y otros en proyecto, posee dicha Compañía entre el emplazamiento de la presa y la desembocadura del Segre, y que suman entre todos una potencia que pasa de 250.000 caballos.

está 10 kilómetros aguas arriba de la presa. El embalse tiene una capacidad de 228 millones de metros cúbicos, pero el útil es sólo de 206 millones, por estar situada la tubería de toma del primer salto 40 metros por encima del cauce del río. La superficie cubierta por las aguas del em-

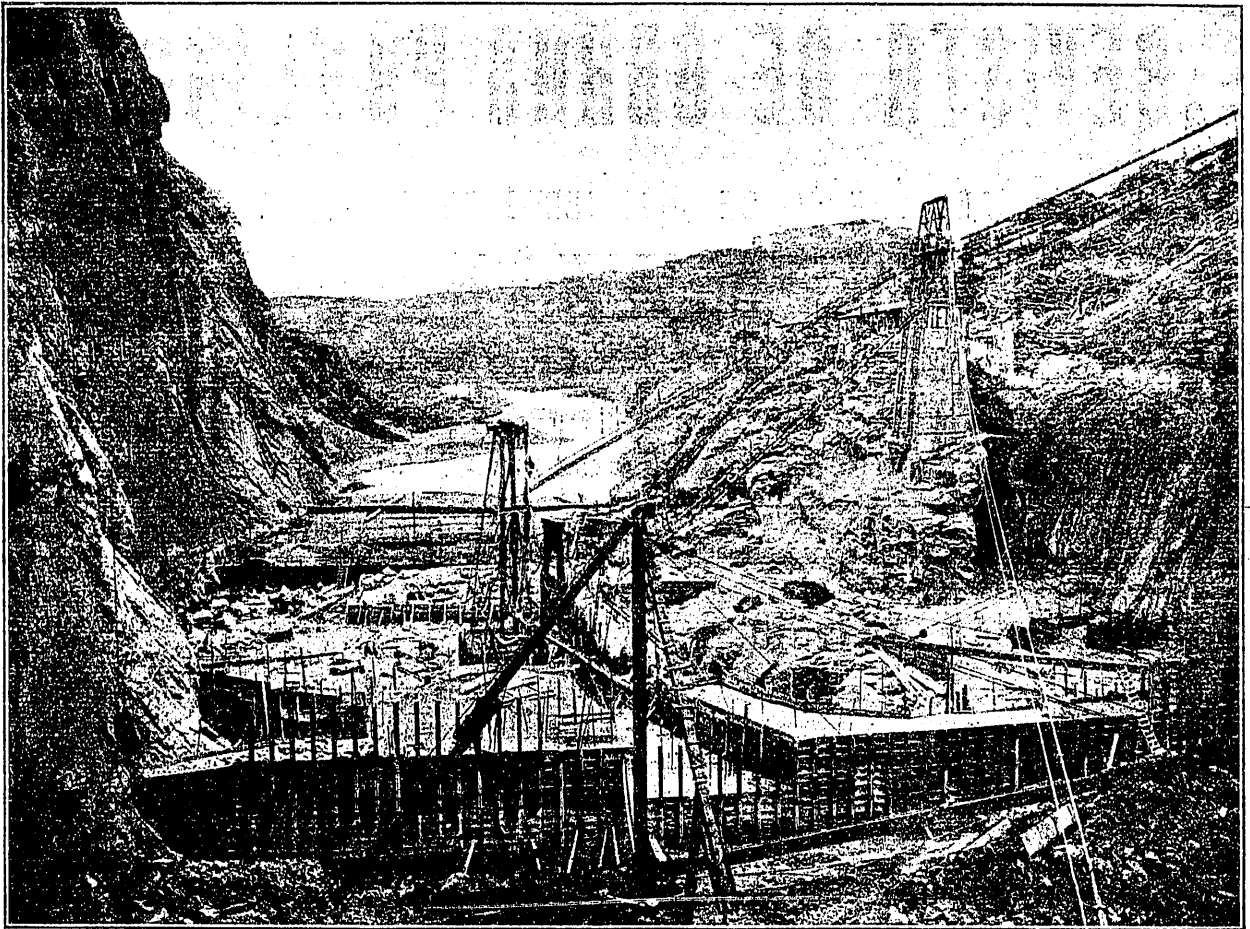


Fig. 2.^a—ESTRECHO DE SAN ANTONIO, MIRANDO AGUAS ABAJO.—29 Marzo 1914.

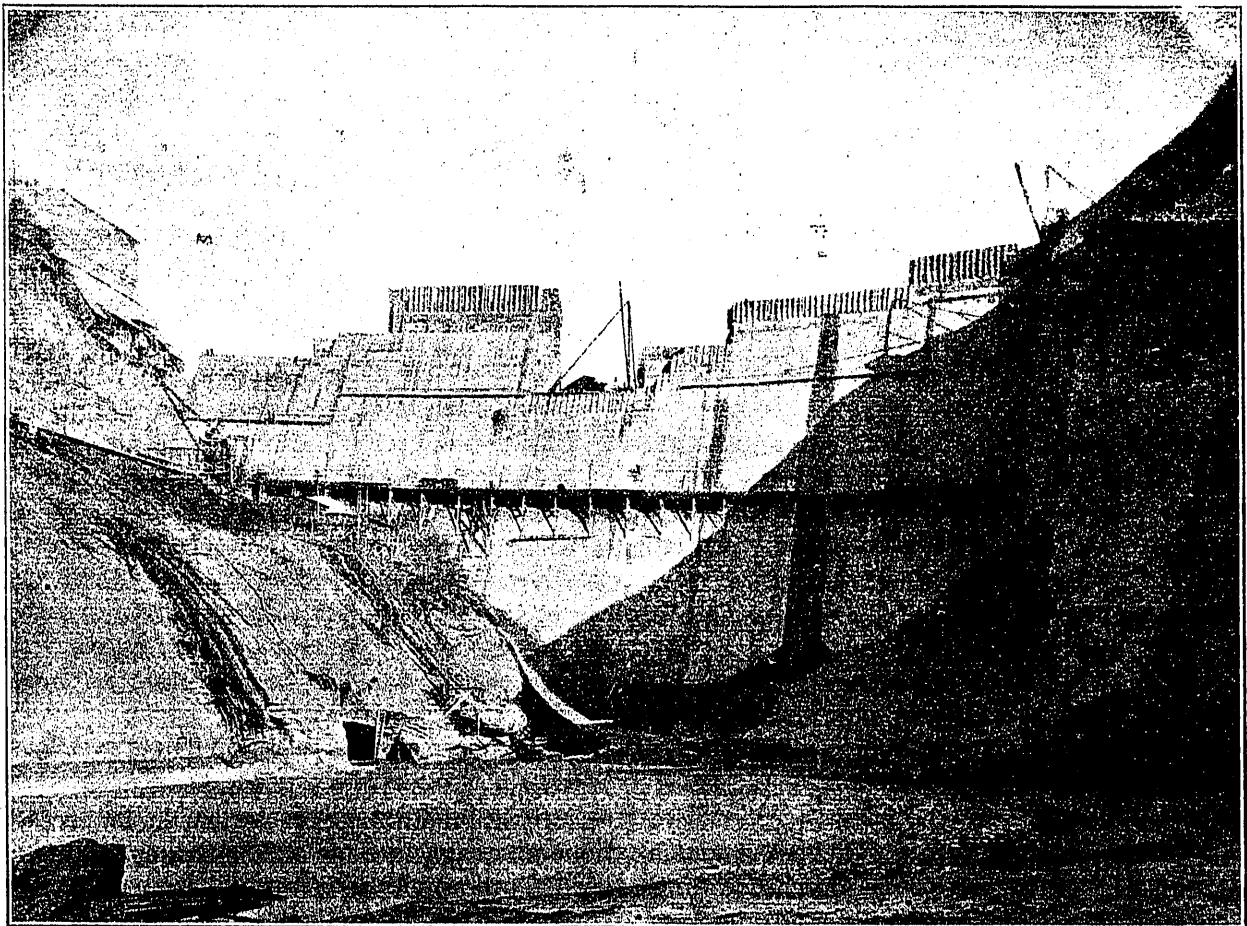


Fig. 3.^a—ESTADO ACTUAL DE LAS OBRAS.—1.º Marzo 1916.

El caudal medio mensual del Pallaresa en Febrero y en Septiembre no suele llegar á 15 metros cúbicos, mientras que el caudal medio en Octubre y en Junio excede de 100 metros cúbicos.

desde el congosto de Erinyá hasta Poble de Segur, y que han sido clasificadas como turonenses, se encuentran primero, margas azuladas senonenses con intercalaciones de calizas arcillosas grises y negruzcas; después, areniscas calíferas, al principio de grano fino y color azulado, y después amarillentas y de grano grueso, luego margas arcillosas grises y amarillentas claras, de poco espesor; por encima, calizas silíceas de color claro y margas muy arcillosas de color rojizo, que se extienden por la base la colina de Talarn y ocupan la mayor parte de la cuenca de Tremp. El río va cortando casi normalmente todas estas capas.

La impermeabilidad del vaso queda asegurada por las margas azules, que se encuentran en casi toda su extensión. El estrechamiento donde ha de construirse la presa está abierto en las areniscas amarillas, que forman también el cimientó de la presa. Las margas y calizas que van por encima no tienen relación con el vaso, pero son interesantes porque han proporcionado los materiales para la construcción de la presa.

La altura de ésta es de 82 metros sobre la base general de enrase de cimientos y puede citarse como una de las más altas del mundo, pues sólo la exceden en altura las de Roosevelt (84 metros), Shoshone (100 metros), Kensico (91 metros) y Arrowrock (110 metros). Desde luego es la presa más importante construída por una Empresa privada. La altura de la presa ha sido fijada de modo que Población de Segur no quede afectada por el embalse.

La presa es de perfil triangular y planta curva con un radio en el paramento aguas arriba de 300 metros (figuras 6.ª y 7.ª). Ha servido de base para el cálculo una densidad de 2,375 que tiene con exceso el hormigón empleado. También se ha comprobado la resistencia y estabilidad de la presa, para una densidad de 2,30.

El espesor en la coronación es de 4 metros y el radio de la zona de enlace de 14 metros. El talud del paramento aguas abajo es de 0,852, resultando un ancho en la base de 69,66 metros. La cubicación de la presa es, aproximadamente, de 275.000 metros cúbicos. Con un perfil triangular de paramento interior vertical, y los datos anotados, resultan tensiones en el paramento de aguas abajo en la parte no bañada por el agua, debidas al peso de la coronación, cuando el embalse no está lleno, habiéndose dado por este motivo un espesor mínimo á la coronación.

Con el fin de suprimir estas tensiones se ha modificado el paramento de aguas arriba, y al efecto se ha estudiado la sección de la figura, que en el paramento de aguas arriba tiene un talud interior de 0,005 por metro, desde la coronación hasta la ordenada 510, ó sea en 30 metros de altura, continuando después vertical.

El vértice del triángulo se ha colocado a la altura del nivel normal 540, dando al trapecio de coronación dos metros de altura.

Hechos los cálculos de esta sección por el procedimiento de Levy, resultan los valores dados por el siguiente diagrama (fig. 8.^a).

No existen, pues, tensiones de ninguna clase en ningún caso. Además se observa que las presiones á embalse lleno en el paramento de aguas arriba son con margen muy apreciable superiores á las del agua; las presiones en el paramento de aguas abajo á embalse vacío tienen valores apreciables, por todo lo cual el perfil goza de la flexibilidad

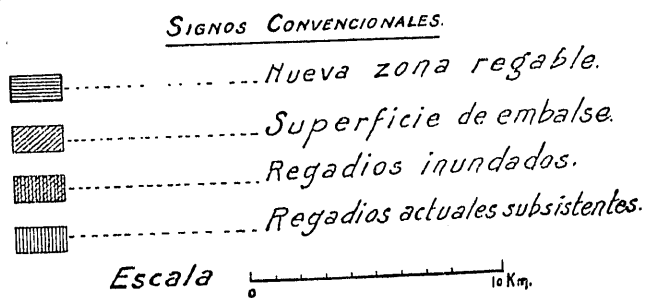


Fig. 4.^a—PLANO DEL EMBALSE Y ZONA REGABLE.

1.234, 1.771 y 1.024, respectivamente, con una media de 1.344. Se comprende la utilidad de la regularización del río, que ha de mejorar en gran escala todos los saltos construídos aguas abajo de la presa.

La parte de cuenca del Pallaresa, que está comprendida entre Poblá de Segur y Tremp, pertenece á las edades superiores senonense y danense del sistema cretáceo, que se extiende desde las crestas de la divisoria en Navarra y Aragón, hasta las últimas estribaciones de la cordillera pirenaica en las montañas catalanas. Presentan estas capas alternancias de rocas areniscas y calizas duras, con margas y arcillas menos resistentes, por lo que el terreno que atraviesan es quebrado y pintoresco.

Sobre unas calizas duras y negruzcas que se extienden

necesaria para tener en cuenta eventualidades de construcción ó sobre elevaciones accidentales de nivel.

Los valores del esfuerzo cortante que tienen lugar á embalse lleno cerca del paramento de aguas abajo, alcanzan los valores siguientes:

Profundidad, metros.	11	21	31	41	51	61	71	81
Compresión máxima.....	3,06	4,78	7,02	9,32	11,63	13,96	16,31	18,68
Esfuerzo cortante..	0,76	1,19	1,75	2,33	2,91	3,49	4,08	4,67

El perfil elegido, como se ve, presenta valores del es-

bargo, éstos no tienen nada de extraordinario, habiendo sido ya alcanzados y aun sobrepujados en otras presas, pues en la de Almansa se llega á 3 kilogramos, en la del Villar á 3,36 kilogramos, en la de Chartrain á 4,5 kilogramos y en la nueva de Croton á 6 kilogramos.

Para fijar el desagüe del aliviadero de superficie, se tomó como riada máxima la extraordinaria de 1907, cuyos datos son bien conocidos por su poca antigüedad. El señor García Faria, testigo presencial, calcula en 4 500 á 5.000 metros cúbicos el caudal del Segre en Lérida, y supone que pudo corresponder al Noguera-Pallaresa la mitad de ese

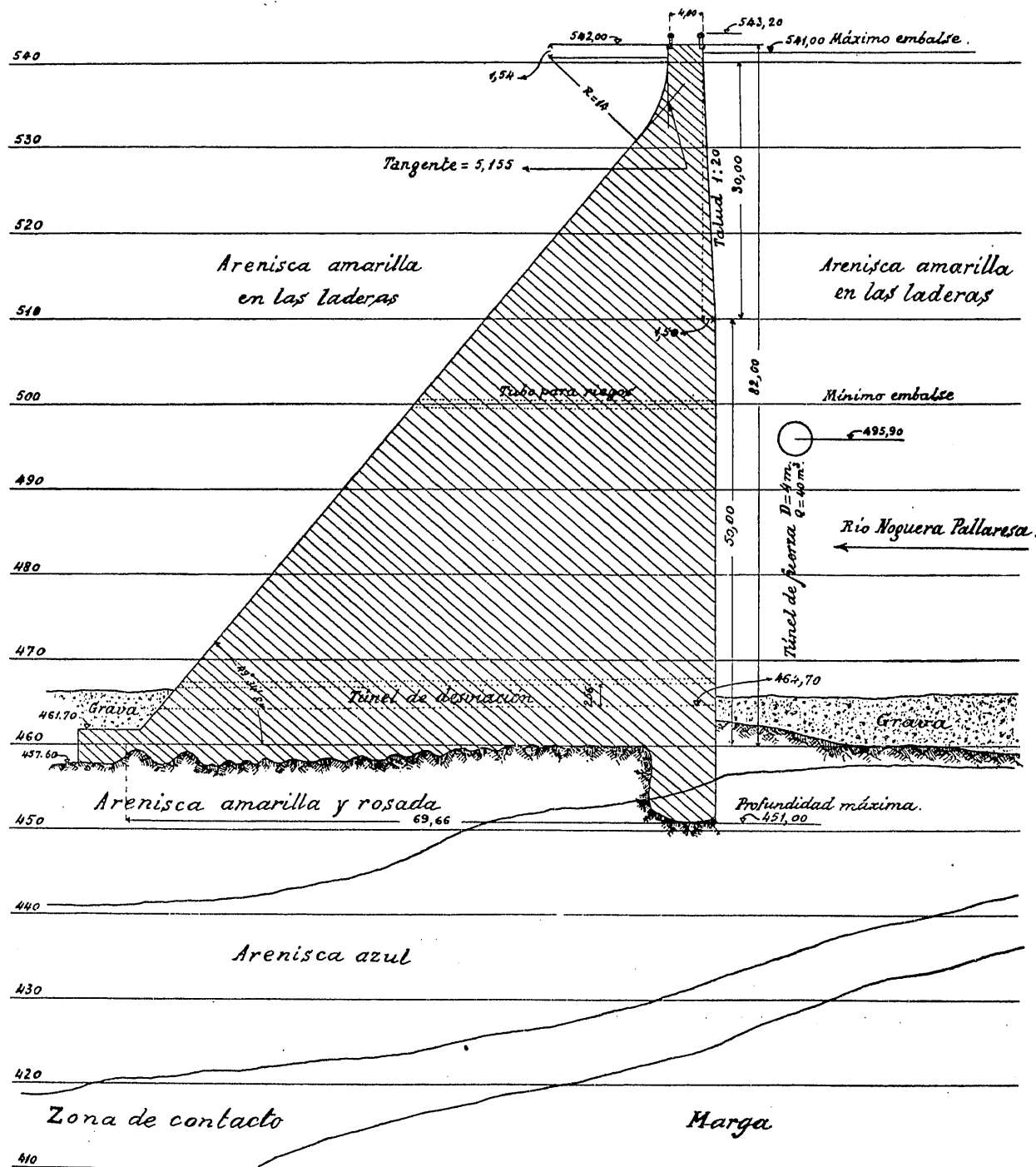


Fig. 6.ª—PERFIL DE LA PRESA

fuerzo cortante menores que la cuarta parte del esfuerzo de compresión.

Para aumentar la resistencia del hormigón en la zona de mayores esfuerzos cortantes se han puesto mayor número de bloques naturales, en el tercio de aguas abajo, puesto que como se ve los valores del esfuerzo cortante son altos para ser resistidos por el hormigón solo. Sin em-

gasto, pues si bien el área de su cuenca es inferior en superficie á la del Segre, la cantidad de agua aportada proporcionalmente fué mayor; así resultaría un caudal máximo del Pallaresa de 2.500 metros cúbicos en la desembocadura.

En Gerri el caudal evaluado por el Sr. García Faria fué de 1.250 metros cúbicos. Siendo la superficie de la cuenca

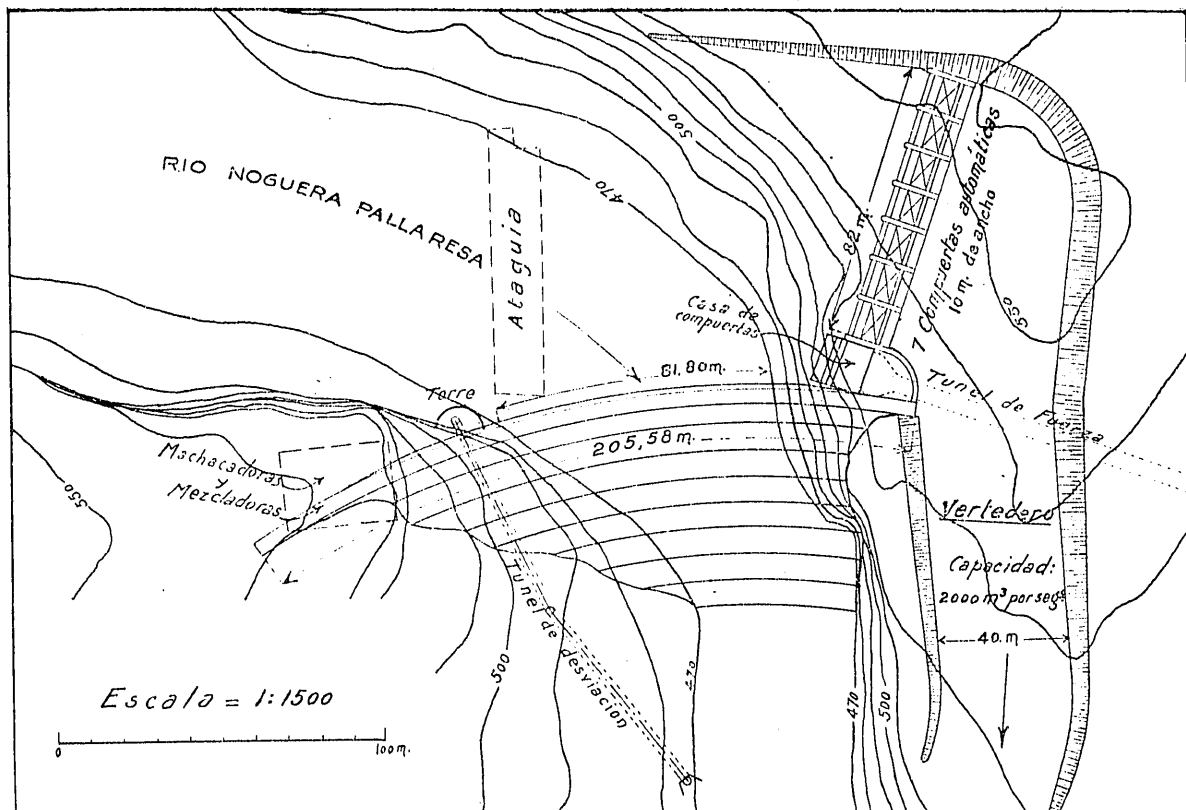


Fig. 7.ª—PLANO DEL EMPLAZAMIENTO DE LA PRESA

Diagrama de los esfuerzos máximos.
Kilogramos por cm.²

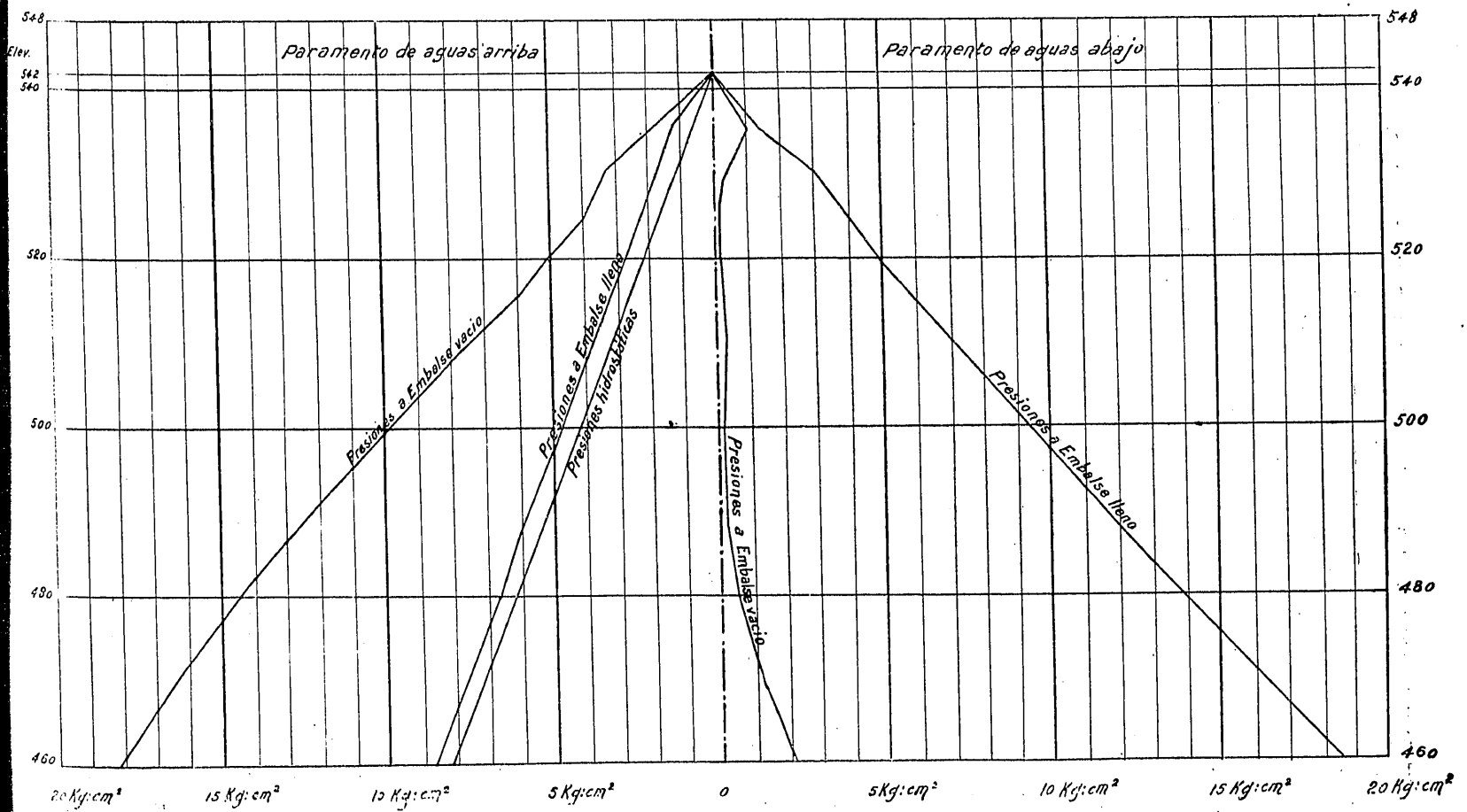


Fig. 8.ª

hasta Lérida de 10.850 kilómetros cuadrados, resulta un caudal de 0,40 metros cúbicos por kilómetro cuadrado de cuenca para el conjunto de la del Segre.

Como avenida tipo para la fijación de la capacidad del vertedero se ha tomado una de 2.000 metros cúbicos, teniendo en cuenta que el caudal máximo del Segre en Lérida en 1907 fué de 0,40 metros cúbicos por segundo y kilómetro cuadrado de cuenca, que las crecidas del Garona en Toulouse han sido también de la misma proporcionalidad, excepto la de 1875, de un metro cúbico, jamás rebasada por ninguna otra, y, por lo tanto, aplicado el mismo tipo al Pallaresa, que tiene unos 2.000 kilómetros cuadrados sobre la presa, resulta un caudal que excede, seguramente, de los casos más desfavorables que puedan presentarse. Un metro por segundo representa un caudal dos veces y media mayor que el del Segre en Lérida en 1907, y asciende á unos 600 metros más que los deducidos por el señor García Faria en Gerri para la misma avenida.

Este caudal de 2.000 metros cúbicos por segundo debe ser evacuado por el vertedero según la concesión sin exceder de la cota 541. Debiendo ser el nivel máximo de régimen en el embalse de 540 si se estableciera un vertedero de un metro de lámina de agua sobre la cresta á fin de que el agua no pasara de la cota 541, el vertedero debería tener una longitud de más de 2 kilómetros, lo que resulta impracticable dada la topografía del terreno, siendo necesario recurrir á compuertas automáticas. Estas son del tipo de contrapeso, construídas por la Stalwerke Actien-gesellstaff, de Zurich.

El fundamento del sistema es una compuerta que permanece cerrada por la acción de un contrapeso; al subir el agua y sumergirse éste disminuye en peso y se manobra la compuerta, dejando paso al agua. El vertedero está formado por siete compuertas, siendo cada una de 10 metros de ancho por 8 de altura. En la posición normal tienen la arista superior á la cota 540, y cuando están bajas la lámina vertiente es de 6,10 metros, por estar situado el umbral del vertedero á la cota 534,90.

El agua se toma directamente del embalse por un túnel de sección circular de 4 metros de diámetro que atraviesa el estribo izquierdo de la presa. Este túnel está revestido interiormente de hormigón y lleva una chapa metálica interior que asegura la impermeabilidad. Á la salida el túnel se divide en otros dos de 2,50 metros de diámetro, que conducen el agua á la central. Esta tendrá, cuando esté completa, cuatro grupos de 15.000 caballos cada uno, que funcionarán con un salto máximo de 72,50 metros. El caudal máximo que admiten las turbinas es de 64 metros cúbicos, con lo que la potencia máxima de la central puede llegar á 48.000 caballos. La energía se conduce á Barcelona á una tensión de 110.000 voltios.

El agua para riegos se toma á la cota 500, elevándose con bombas hasta la 520, que es la de origen de los canales de riegos. En la margen derecha se riegan terrenos de los términos de Tarn Gorp, Tremp, Claret, Palau, Puigcercós, Guardia y Sellés. En la margen izquierda los riegos se extienden á los términos de Tarn Arans, Vilamitjana, Suterraña, Llimiana, Fonsagrada, Gavet, San Cerni, Figuerola y Orcau. En estos pueblos se riegan actualmente 327 hectáreas, que se aumentan hasta 2.500.

Expuestos los rasgos principales del proyecto, en artículos sucesivos nos ocuparemos de los detalles principa-

les, así como de los métodos de construcción, contando de antemano con la benevolencia de nuestros lectores y del Director de la REVISTA (1).

JOSÉ SOLANA.

Las fábricas de la Compañía Parisiense de distribución DE ELECTRICIDAD (2)

(CONTINUACIÓN)

Los silos de reserva para un elemento de 25.000 kilovatios ocupan una superficie de 1.350 metros cuadrados y están construídos de hormigón armado; pueden contener, aproximadamente, unas 11.000 toneladas por elemento. Cada compartimiento mide 220 metros cuadrados de superficie, con una altura de 11,50 metros, pudiendo alcanzar el carbón en ellos una altura de 15 metros.

Estos depósitos de carbón tan considerables llevan consigo, naturalmente, el peligro de incendio; para evitarlo se han instalado en cada compartimiento canales de inyección colocados á lo largo de los glacis, y por los cuales es posible atacar el fuego por medio de chorros de agua que llega por una canalización de incendio, á 20 kilogramos de presión, la cual rodea los edificios.

El carbón cargado en el convoy general á su llegada á la altura de los silos puede ser conducido directamente á los hogares ó bien descargado en los silos de reserva. En este último caso, para llevarlo á su vez á los hogares se efectúa la operación por medio de válvulas dispuestas en el techo de cada túnel, y debajo de las cuales puede circular un distribuidor móvil que permite la carga de cangilones de las ramas inferiores del convoy.

Servicio de cenizas y cagafierros.—El servicio de cenizas, cagafierros y carbón no quemado se hace por medio de transportadores de tablero, de un rendimiento de 50 toneladas por hora, que están dispuestos debajo de cada hilera de calderas y que por medio de otros tableros perpendiculares conducen los residuos de la combustión del eje de la sección de caldeo correspondiente al convoy general de cangilones. La carga de éste se efectúa á través de un molidor de cagafierros dispuesto en una fosa, cuyo zampeado se enlaza con el del túnel del convoy bajo silos.

Antes de ser enviados á la fábrica de ladrillos, de la que hablaremos más adelante, los cagafierros cargados en el convoy general de la sección de caldeo se depositan en silos especiales colocados en la fábrica Norte detrás de los silos de carbón y en la Sur al lado de estos silos.

En esta última fábrica, y como consecuencia de las disposiciones particulares de los lugares, la manutención interior del combustible exige una serie de tres convoyes de cangilones suplementarios, perpendiculares á los convoyes generales de las secciones de caldeo.

Enlace con el ferrocarril.—Por causa de las condiciones locales los enlaces con el ferrocarril son completamente diferentes en ambas fábricas. En la Norte se realiza enteramente á nivel; comprende dos puntos de unión con las vías de la Compañía del Norte; el empalme normal se hace

(1) Las escalas que deben tenerse en cuenta en los dibujos son únicamente las gráficas, y no las numéricas, por haberse reducido los originales en el fotograbado. (N. de la R.)

(2) Véase el número anterior.