

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.

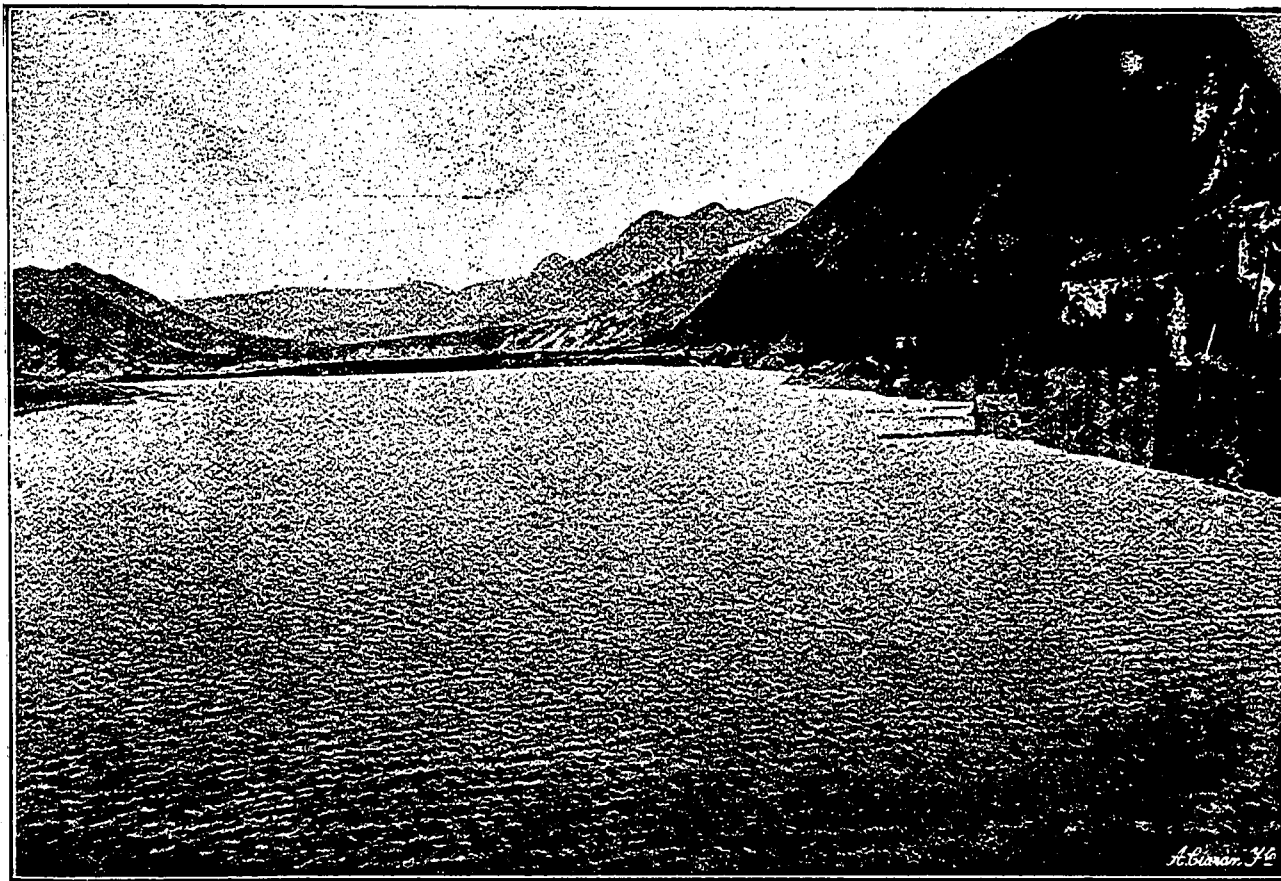
EL PANTANO DE LA PEÑA

Terminadas las presas, y próximas á terminarse las restantes obras de este pantano, hemos recogido las notas y fotografías indispensables para ofrecer á nuestros lectores una somera descripción de las obras, contando con que su autor continuara la pu-

El río ofrece caudal muy variable, de 3 á 2.390 metros cúbicos.

El vaso, de 18 millones de metros cúbicos, podrá llenarse varias veces en cada año. Está formado por dos cuencos: uno de 5 kilómetros á lo largo del Gállego, otro de 3 kilómetros en el afluente río Asabón.

El objeto inmediato del pantano es embalsar en primavera el agua procedente de la fusión de las nieves del Pirineo, para ase-



Embalse producido por la riada de 30 de Marzo de 1913.

blicación, ya comenzada en esta Revista, de los extremos más interesantes.

Descripción general.

El terreno del pantano es eoceno-marino, en bancos que buzan fuertemente hacia agua arriba, las presas se emplazan en el desfiladero abierto á través de caliza con alveolinas; todo el vaso resulta en marga azul superpuesta á la caliza.

gurar los riegos de verano en 16.000 hectáreas de vega, existente en Zaragoza y 15 pueblos más de su provincia desde hace ocho siglos, y sin perjuicio del posible aumento de la zona regada.

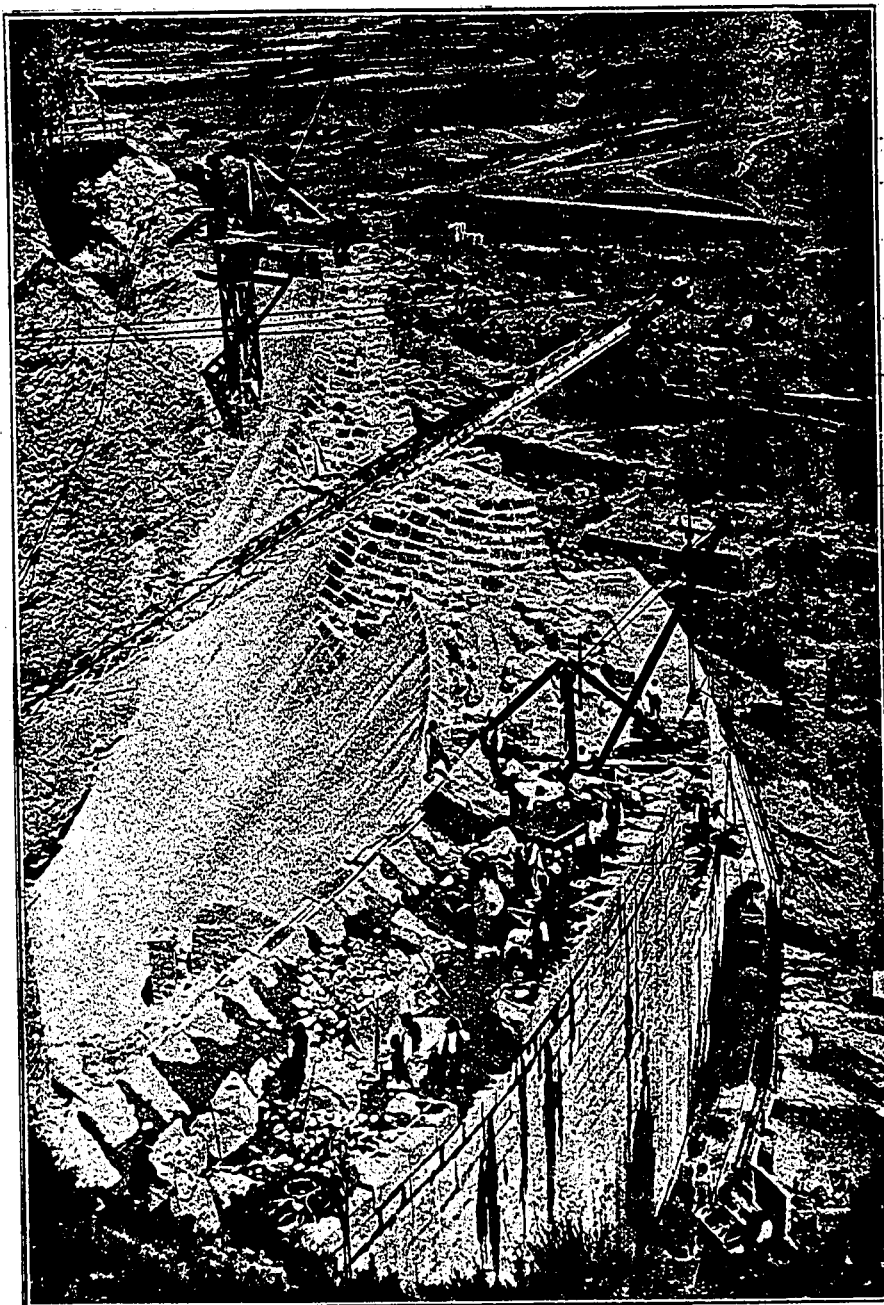
Presas de embalse.—Están terminadas. La principal, sobre el Gállego, mide 111,70 metros de longitud en la coronación y 58,92 metros de altura máxima. En su emplazamiento, la mayor profundidad del río era de 17,90 metros en bajas aguas; sobre este

nivel la máxima riada conocida alcanzó una altura de 20,83 metros. Cubica 32.817 metros cúbicos.

Otra presa, sobre un collado inmediato, tiene 71,23 metros de longitud y 18,98 metros de altura; cubica, 10.065 metros cúbicos.

Las dos presas, separadas por un picacho, afectan en planta la forma de dos arcos circulares de 70 y 110 metros de radio; su perfil es triangular, con el paramento de agua abajo inclinado

nima de 20 metros cuadrados, revestida de hormigón en soleras y lados verticales. Sus embocaduras están dotadas de accesos y de cierres accesorios de viguetas construídos con sillería y hormigón armado. Los cierres principales, situados agua abajo de la presa, consisten en robustos macizos de hormigón armado, que tienen tres vanos de 1,20 metros de anchura y 2,80 metros de altura, parcialmente revestidos de fundición. Las compuertas, dobles en cada vano, son de fundición, y de bronce varios



La presa principal en 31 de Agosto de 1912.

0,845 respecto al de agua arriba que es vertical. Por la coronación de las presas se dispone un camino de 3 metros de anchura.

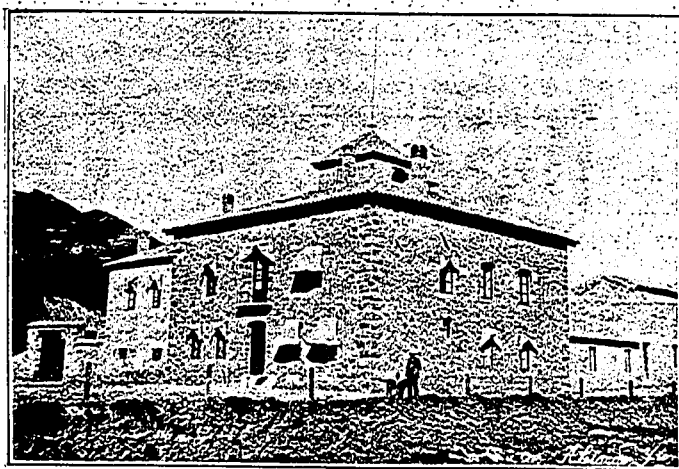
Ambas presas son de mampostería ciclópea con bloques de 1,5 á 2 toneladas, de arenisca caliza (la cantera está á 3 kilómetros, en el eoceno-lacustre, que aparece valle arriba, por encima de la marga azul); ripio de canto rodado, recogido en el aluvial del futuro vaso; mortero compuesto de 450 á 300 kilogramos de portland artificial por metro cúbico de arena, artificial también, de arenisca caliza como la de los bloques.

Desagües.

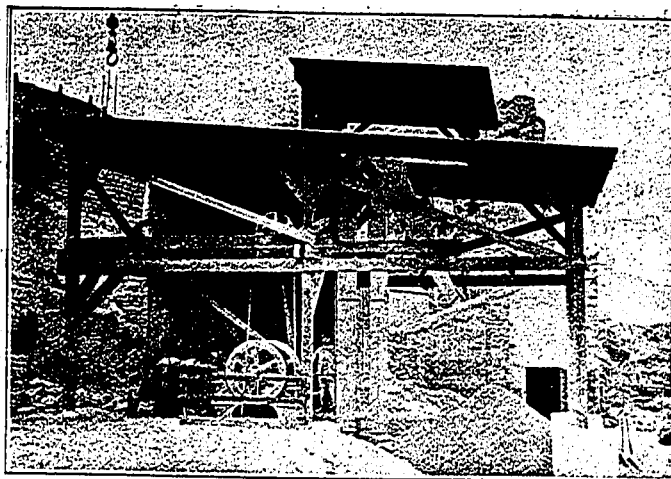
Dos galerías de limpia ejecutadas, una en cada ladera, en longitud de 114 y 190 metros, respectivamente; con sección mini-

los contactos, rodillos y barras de maniobras. Estas barras saldrán al exterior por medio de prensa-estopas, y la maniobra, factible á embalse lleno, se hará por medio de una grúa-puente de 15 toneladas para cada galería. Además, cada compuerta está provista de un gato especial, de 60 toneladas, para la arrancada y para situar con precisión cada compuerta en la posición de cerrada. Está terminado uno de estos cierres y terminándose el de la otra galería.

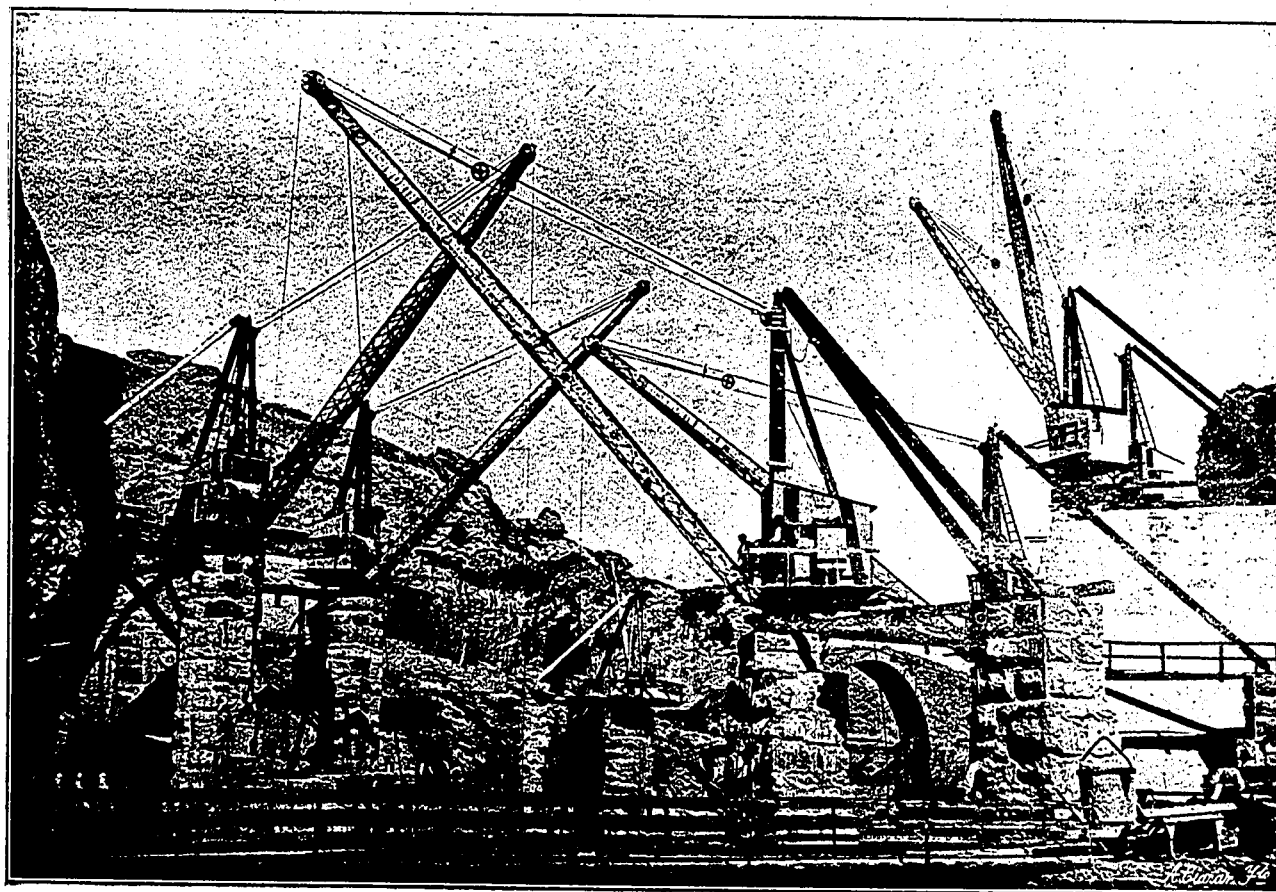
Aliviadero de superficie: puede evacuar un caudal de 2.900 metros cúbicos (20 por 100 sobre el máximo conocido), siendo obligada la cota del umbral á 4,80 metros bajo la coronación de las presas. Consiste en diez túneles, perforados en la caliza á través del contrafuerte derecho del desfladero, de 236 metros



Casa-oficina.



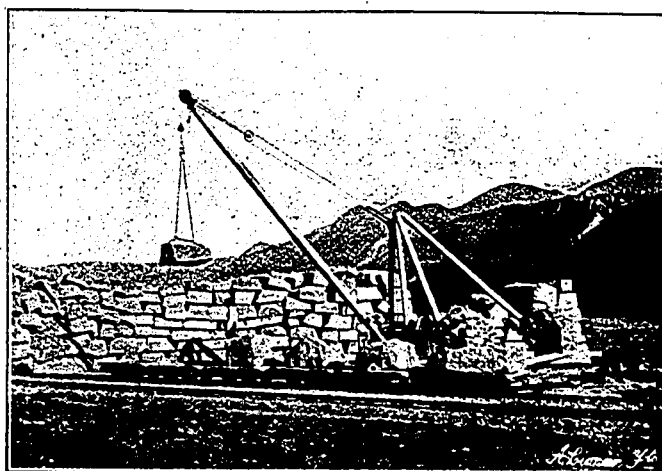
Fábrica de arena.



Siete grúas ejecutando el cimientó de la presa principal (Septiembre de 1910).



Embocadura de una galería de limpia.



Un depósito de bloques (Octubre de 1909).

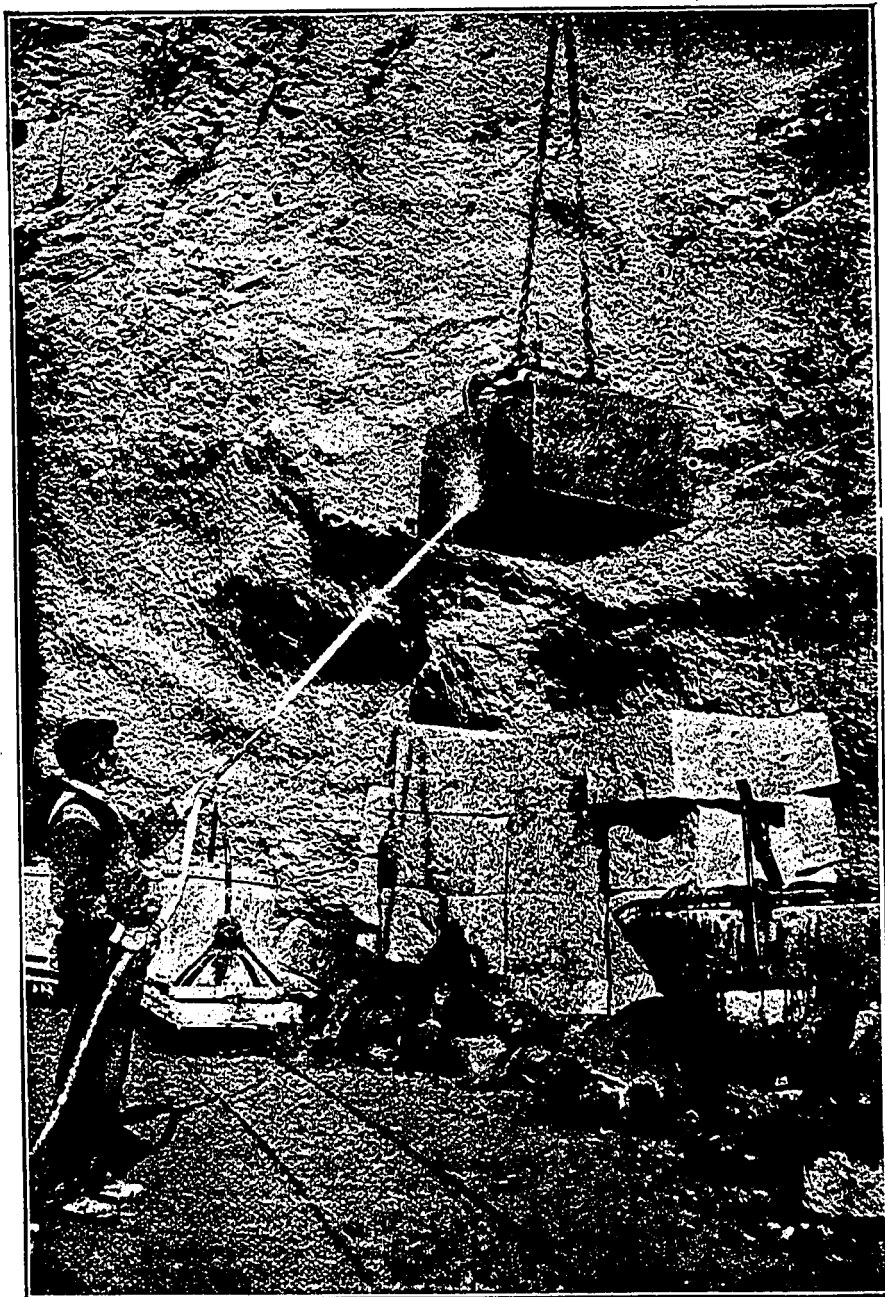
de longitud media, con sección circular de 5,20 metros de diámetro y embocaduras especiales, que dan un umbral-vertedero de 150 metros de longitud. La roca natural se presta á un refinó que es verdadera labra en los umbrales y en los semicañones inferiores. Falta poco para acabar esta obra, que se ejecuta por contrata.

Tomas de agua.—Cuatro válvulas de compuerta de 0,60 metros de diámetro proporcionarán un caudal de 4 metros cúbicos,

viaductos de acero de 200 y 180 metros de longitud, sobre el embalse, en los valles del Asabón y del Gállego.

Principales medios auxiliares de ejecución.

Atagulas para cimentar la presa del Gállego.—El cuenco de cimentación de 50 metros de longitud y anchura aparente al nivel de bajas aguas de 5 á 7 metros se cerró por agua arriba



Lavado de bloques al asentarlos en obra.

que con 6 más, derivados agua arriba del embalse por un aprovechamiento hidroeléctrico, suman los 10 metros cúbicos que normalmente necesitan los riegos. Para su instalación se aprovecha un túnel de la carretera inutilizada por el pantano, abierto en el picacho que separa las dos presas, y que, situado á 18 metros bajo el umbral del aliviadero, puede evacuar la casi totalidad del embalse; la capacidad del vaso en los 42 metros inferiores á dicha toma es sólo de 1,5 millones de metros cúbicos de agua, que se tomarán por las galerías de limpia.

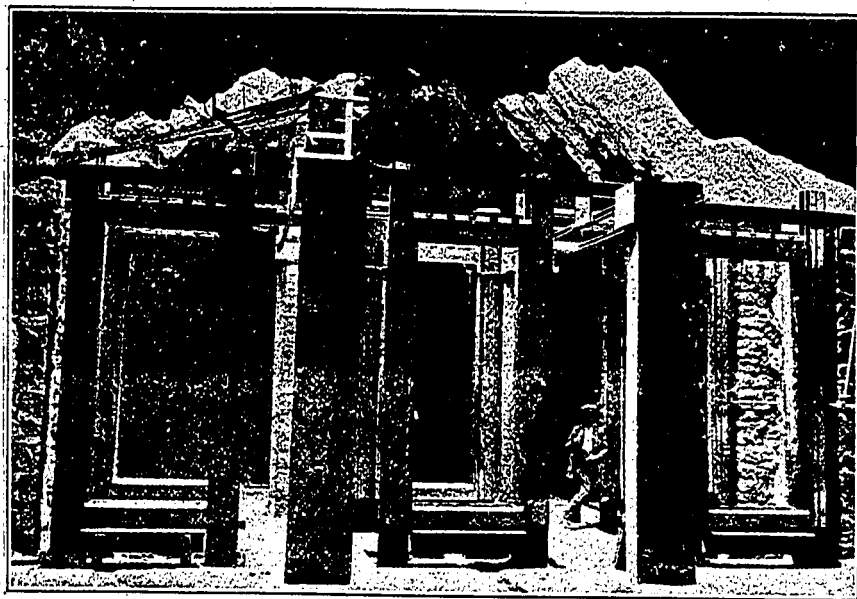
Obras anejas.—Está terminada una variación de 6 kilómetros de la carretera de Francia, y á punto de terminarse otra de 4 kilómetros del ferrocarril de Canfranc, incluso de la estación de La Peña, comprendiendo, respectivamente, dos nuevos

con un macizo de hormigón armado de 3 metros de espesor en el sentido de la corriente y 12 metros de longitud, hincado transversalmente al cauce, en la roca de los ribazos y del fondo, por medio del aire comprimido en un fuerte cajón especial de acero.

Tras penosa labor llegóse á cerrar con este cajón, á 16 metros de profundidad, la grieta que apareció de 2 metros de anchura á 5 metros bajo el agua, y que en su fondo se reducía á un surco de 0,40 metros. Por agua abajo se hincó otro macizo análogo, pero de 13 metros de longitud transversal al cauce, no obstante lo cual, tanto ensanchaba el río bajo el agua en este punto (ollas de gigantes), que á los 12 metros de profundidad se rompió el anillo cortante del cajón y hubo que desistir de conti-

nuar la hinca. Los sondeos al diamante en el mismo punto indicaron fondo á profundidad de 20 metros. Aprovechando la relativa limpia de bloques y acarreo producida bajo este cajón por algunas riadas, se relleno el espacio inferior con hormigón sumergido en cajas. Las juntas entre los cajones y los ribazos fueron cuidadosamente calafateadas con hormigón y saquitos de cemento. En el trabajo de las ataguías, penoso, lento, accidenta-

tar hasta 100 metros cúbicos de fábrica por jornada de diez horas, es decir, los 63.850 metros cúbicos de las presas y otras fábricas en cuatro campañas, reducidas por los temporales y los fríos (hasta -17°). Y, efectivamente, ha habido jornada en que se logró ejecutar hasta 120 metros cúbicos de mampostería en las presas y 45 metros cúbicos de hormigón armado en los pozos de compuertas.



Montaje de los seis marcos de compuertas de una galería de limpia. (Mayo de 1912.)

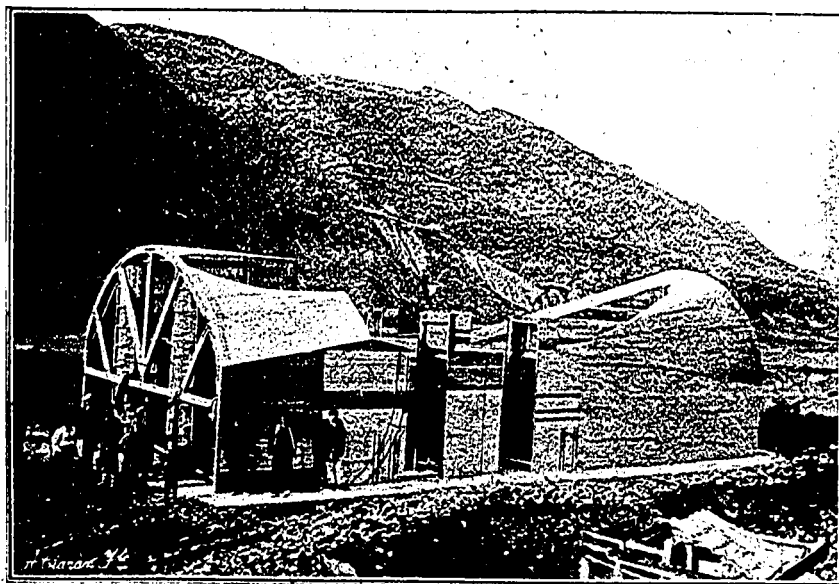
do, la fe técnica triunfó del miedo contagioso al fracaso por lo insondable de la grieta.

Mecanismos de agotamientos.—Para agotar el cuenco de unos 6.000 metros cúbicos, limitado por los dos cajones-ataguías, se habían preparado cuatro grupos iguales de electro-bombas; de eje vertical, cada uno capaz de elevar 50 litros por segundo hasta 18

Instalación electro-pneumática de martillos, en la cantera para dividir bloques: dos martillos Valves; potencia, 13 caballos.

Fábrica de arena, compuesta esencialmente de una trituradora de mandíbulas y un par de cilindros. Potencia, 40 HP.; producción, 30 metros cúbicos en diez horas.

Depósito para 350 toneladas de cemento.



Molde para el hormigón armado de los cierres de compuertas. (Mayo de 1912.)

metros de altura y dispuesto para ser colgado del gancho de una grúa, con peso total de 3 toneladas.

El éxito de las ataguías especiales resultó completo; el agotamiento, insignificante, se mantuvo con una sólo electro-bomba; en dos meses se descombró el cuenco, arrancóse la roca insana y se ejecutó el cimientó con 5.215 metros cúbicos de mampostería ciclópea.

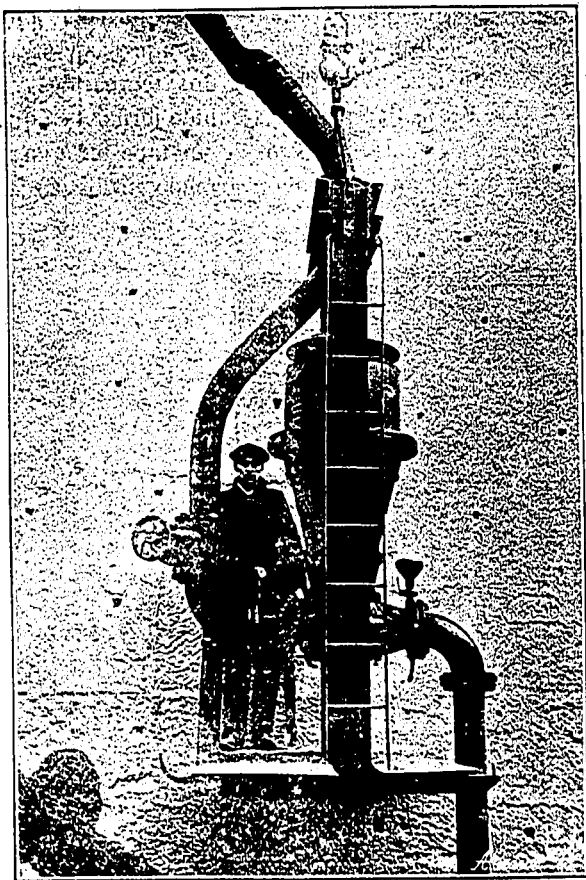
Los restantes medios auxiliares se han dispuesto para ejecu-

Elevación de agua: una, de potencia de 5,5 HP., para elevar 5,5 litros por segundo á 45 metros; otra supletoria para viviendas, de potencia de 1,5 HP., para elevar 0,35 litros á 16 metros.

Amasadora tipo Gauhe: potencia, 6 HP; producción, 40 metros cúbicos en diez horas..

Vías de servicio.—Diez kilómetros de vías de 0,60 metros de anchura y 120 vehículos variados.

Cable transportador, de una tramada de 230 metros, con des-



Electro-bombas, empleados en el agotamiento; potencia, 20 HP.; capacidad, 50 litros por segundo hasta 18 metros de altura; peso en servicio tres toneladas.

nivel de 30 metros, accionado por electro-motor de 15 HP.; potencia, una tonelada; utilizable especialmente para elevar y transportar mortero de hormigón.

Grúas, de tipo Derrick: cuatro de 2 toneladas, con pluma de 11,50 metros y movimiento á brazo; seis de 3 toneladas, con pluma de 16 metros y movimientos eléctricos ó á brazo, espe-



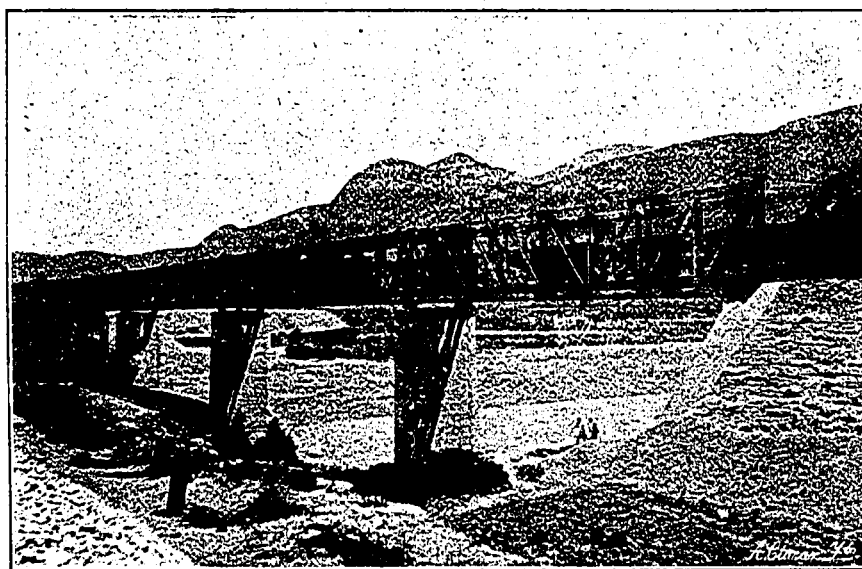
Variante del ferrocarril de Canfranc. Peralte de un túnel y armadura para proteger el paso de los trenes. (Diciembre de 1912.)

Talleres de forja y ajuste, de carpintería y de electricistas.

Laboratorio de ensayo de materiales.—Fotografía.

Almacenes, polvorn, oficinas, casa de la Dirección, casas de obreros, Cooperativa obrera de consumo, horno de pan, enfermería, escuela, guardería.

Duración y coste de las obras.—Empezaron los trabajos á mi-



Variante del ferrocarril de Canfranc.
Puente sobre el embalse en el río Gállego (15 de Julio de 1912).

cialmente dedicadas al reparto y asiento de mampostería en las presas y de hormigón en los cierres y empleadas también en el montaje de compuertas.

Otras instalaciones:

Transporte, transformación y distribución de energía eléctrica.

Teléfono y avisador de riadas.

tad de 1904; pero se impuso un estudio más completo del río y de la geología de los lugares, y hubieron de desarrollarse siguiendo nuevo plan, detallado en 25 proyectos parciales, aprobados sucesivamente por el Gobierno. Ejecutáronse previamente las variantes de la carretera y del ferrocarril y sus viaductos, las galerías de limpia y las ataguías. El arduo cimiento de la presa

principal se hizo en 1910, y se espera que las obras, á falta de algunas servidumbres, queden terminadas en el corriente año de 1913, con un coste total inferior al siguiente:

PRESUPUESTO GENERAL

Obras propias del pantano:

	Pesetas.	Pesetas.
Presas.....	Excavaciones sobre el agua..... 83.767,50	
	Ataguías..... 397.150,10	
	Agotamientos..... 5.146,25	1.471.636,43
	Relleno de grietas..... 28.875	
	Mampostería ciclópea.. 908.06,33	
	Rejuntados..... 10.791,25	
	Coronaciones..... 37.800	
Desagües.....	Aliviadero de superficie 999.664	
	Dos galerías de limpia. 449.169,47	1.807.833,47
	Compuertas y toma de (agua partes metálicas) 359.000	
Medios auxiliares..	Amortizables totalmen- 392.283,55	
	te.....	941.263,62
	Idem parcialmente.... 518.980,04	
Obras anejas al pantano: carretera y ferrocarril.....	1.648.215,05	
Expropiaciones (328 hectáreas y el pueblo «La Peña»)...	325.014,82	
Estudios.....	23.799,21	
Dirección y Administración.....	406.000	
Accidentes del trabajo (2 por 100 de obras).....	117.378,97	
Imprevistos (2 por 100 de obras y expropiaciones).....	122.879,27	
PRESUPUESTO TOTAL.....	6.864.020,84	

en un millón de pesetas. El resto del beneficio en industrias derivadas, ganadería, transportes, aumento de colonización y de profesiones liberales, contribuciones é impuestos, etc., se calcula en otro millón anual por lo menos.

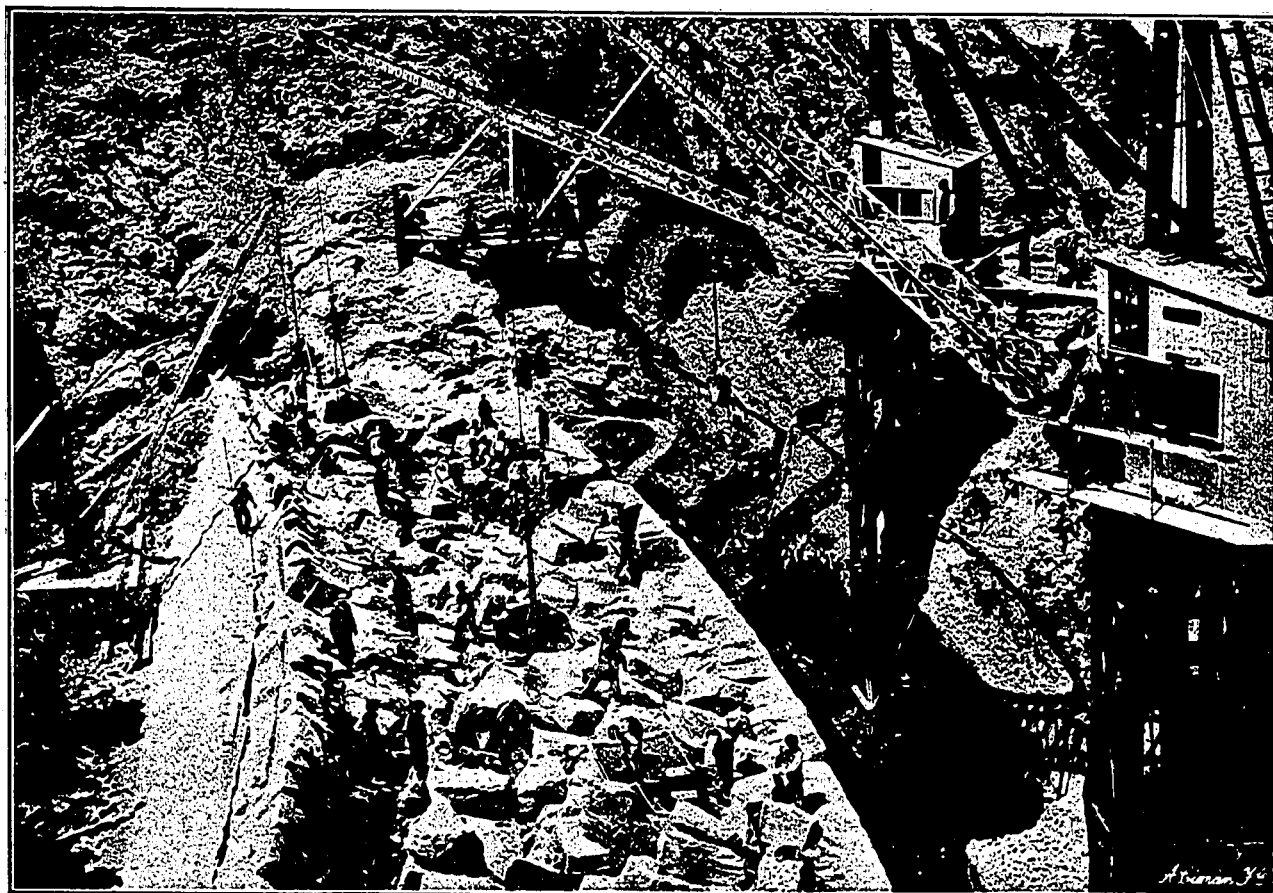
Ha facilitado el empleo de los diversos medios auxiliares de ejecución de las obras, la aportación de energía hecha por el Sindicato de regantes, importante 120 HP. continuos en ejes de las turbinas de un salto industrial distante 2 kilómetros.

El gasto efectivo de energía se mantuvo por debajo de dicha cifra, incluso durante la cimentación, cuando al consumo corriente de todas las instalaciones se añadió el empeñado trabajo de las seis grúas eléctricas para sacar escombros, repartir y asentar mampostería y maniobrar los electro-bombas colgados.

Sólo para la ejecución contratada de los túneles aliviaderos con perforadoras electro-pneumáticas resultó insuficiente el sobrante de los 120 HP. no gastados en las restantes obras, y el contratista tomó un suministro supletorio de energía eléctrica en la misma Central vecina.

La utilización de esta energía ha evitado un desembolso de 233.000 pesetas.

El día 30 de Marzo último, cuando se estaba cerrando un portillo de la presa principal, dejado intencionadamente hasta



La presa del Collado en Mayo de 1911.

Concesión del pantano.—Ejecuta las obras el Estado, contribuyendo con la mitad del presupuesto un Sindicato de regantes, que será concesionario del pantano á perpetuidad al terminar los pagos que le correspondan, dentro de unos cuarenta años.

Beneficios e onómicos que se esperan.—Los propietarios de las tierras calculan que, asegurado el riego de verano, podrán establecer rotación conveniente de cultivo y aumentar la renta anual

última hora para no inundar el ferrocarril, sobrevino una riada que, sin alcanzar las proporciones de otras recientes, frisaba á las veinticuatro horas el nivel de los túneles aliviaderos, no obstante encontrarse abiertas las dos grandes galerías de limpia. Otras veinticuatro horas duró el descenso hasta volver el río á su nivel normal.

Fué una prueba inesperada, dura, por cuanto encontró fres-

cos los 2.000 metros cúbicos de la presa principal ejecutados en Marzo.

No se observó filtración apreciable en las presas ni en las laderas, ni cosa alguna anormal. En el vaso quedaron capas de fango muy delgadas sobre los terrenos horizontales; pero produjéronse grandes reblandecimientos y arrastres en los escarpes de los aluviones superpuestos á la marga azul y los cauces quedaron

Esta obra, inaugurada por el distinguido Ministro de Fomento Sr. Gasset, toca ya á su término. Ha sido visitada por todos los Ministros que le sucedieron, colmando siempre de merecidos elogios al Ingeniero Director D. Severino Bello, cuya inteligencia, fe y actividad han sido por todos celebradas.

Del celo y laboriosidad del personal á sus órdenes, el Ingeniero auxiliar D. Rafael Martínez Torres (que está desde Noviem-



Cantera: división de un bloque con martillos electro-neumáticos.

tan expeditos y limpios como antes. En resumen, parece que la capacidad ha aumentado.

Los dos enormes chorros evacuados por las galerías de limpia, sumando hasta unos 360 metros cúbicos por segundo, producían, al desembocar y encontrarse en el estrecho desfiladero, flameados surtidores de más de veinte metros de altura en una atmósfera de agua pulverizada, con ruido ensordecedor y trepidación violenta de las laderas. Reconocidos después los vanos de compuertas, pudieron observarse algunos efectos curiosos y deducirse enseñanzas útiles.

* *

bre último) y del Ayudante de Obras públicas D. Félix Orús (que ha estado desde el principio de las obras) se halla muy satisfecho.

Y siendo de alabar la conducta del Sindicato, en general, en pro de la obra, no queremos dejar de mencionar especialmente al buen patricio D. Jorge Jordana, que, con firme voluntad y perfecto conocimiento de las ventajas que las obras hidráulicas reportan al país productor, ha encarnado las aspiraciones de la comarca y cooperado con sus trabajos de propaganda á la realización de la obra.

La comarca está de enhorabuena, y esos 18 millones de metros cúbicos de agua embalsada constituyen el discurso más elocuente de lo que puede alcanzar la ciencia de la Ingeniería y la

firmeza de un pueblo que se propone aumentar la riqueza patria, mejorar un pedazo de España, y lo consigue.

Nuestra enhorabuena también al Servicio Central hidráulico y á cuantos han intervenido.

Y dichas sean estas manifestaciones á título de notas ó apuntes, que de todo ello nos hemos de ocupar más despacio,

de las obras y del personal que han contribuido á ejecutarlas, para terminar hoy, condensamos todas nuestras enhorabuenas y felicitaciones en un nombre que para siempre irá unido á tan grandiosa obra: en el del Ingeniero Director D. Severino Bello, que ha sabido conquistar para nuestro Cuerpo un laurel más y para la Patria días de prosperidad y bienestar.

Revista de las principales publicaciones técnicas.

Proyecto de una desembocadura alemana del Rhin en el mar del Norte.

Desde hace varios años se estudia en Alemania el proyecto de dar al Rhin una desembocadura alemana. El Rhin tiene una longitud navegable de 721 kilómetros en territorio alemán, después una longitud de 165 en el holandés: sería, por lo tanto, muy importante, para el comercio alemán, hacer que se comunicase directamente el Rhin con uno de los puertos del mar del Norte, por medio de un canal abierto enteramente en territorio alemán.

Se han propuesto varios trazados para este canal. En un pri-

responde casi á la altura media de la parte del Rhin, agua abajo de Ruhrort, mientras que la altura media en la parte en que atraviesa los Países Bajos no es más que de 2,85 metros. El perfil del canal tendría seis veces la sección mojada de una chalana normal de 12 metros de anchura y 2,75 de calado; su anchura en el fondo sería de 30 metros y de 56 al nivel de la línea de flotación, lo que, con una profundidad de 4,50 metros, da una sección mojada de 190 metros cuadrados próximamente.

Se calcula que este canal costaría unos 235 millones de marcos ó 293.750.000 francos, ó sea 1.728.000 francos por kilómetro.

Los autores del proyecto admiten que el canal no presentaría ventajas, comparativamente, con la ruta de Rotterdam, más



mer proyecto el canal debía arrancar del Rhin en Wesel y bordear la frontera holandesa para terminar en el Ems, en Hanilenbör, cerca de Emden. Un nuevo proyecto acaba de estudiarse por MM. Herzberg y Taaks, que es analizado por varios periódicos alemanes, principalmente por la *Deutsche Banzeitung* y el *Technik und Wirtschaft*. El origen del canal se encontraría entonces también en Wesel como en el proyecto primitivo, pero su trazado sería diferente y terminaría en el Ems, en Aschendorf. A partir de este punto, se canalizaría el río de manera de tener, aun en marea baja, la profundidad de agua necesaria para la navegación. El canal tendría una longitud total de 170 kilómetros y estaría dividido en seis tramos por dos esclusas, término y cinco intermedias. El desnivel en cada esclusa sería próximamente de 9 metros, y la longitud útil de cada depósito de 210 metros, con una anchura de 27 metros. Podrían, por lo tanto, entrar en el depósito, á la vez, tres barcos rhenanos de 2.500 toneladas.

El canal tendría una profundidad de 4,50 metros, lo que co-

que para las expediciones del Rhin con destino á regiones del Norte y del Este de Europa, cuyo trayecto por mar disminuiría sensiblemente; esta ventaja se obtendría á pesar de la tasa de 0,5 pfennig (0,005 de franco), por tonelada-kilómetro que proponen. Las expediciones de carbones alemanes con destino al mar del Norte, seguirían la vía del canal y asegurarían un tráfico inicial de 7 millones de toneladas. Sin embargo, teniendo en cuenta los gastos de conservación, no cabe duda que el capital invertido en la construcción del canal no estaría remunerado al principio de la explotación más que con un 2 por 100 de interés. Pero el canal contribuiría á aumentar el valor de las riquezas que encierran las regiones que debe atravesar, carbones, minerales, turba de las marismas de Courtange, etc. Una Asociación, patrocinada por diversas administraciones municipales, se ha constituido para ayudar á la realización de este proyecto.

Es de notar, sin embargo, que dicha Asociación no ha recibido la adhesión de la Cámara de Comercio de Duisburg, que representa las tres quintas partes de los comerciantes alemanes in-