

vista general de esta estación, se ve la colocación de este cable respecto al sustentador. El amarre y tensado de los cables auxiliares se ha hecho por medio de templadores.

MOLINETES.—Hecha la descripción sucinta de los tres elementos principales de las estaciones de aforo, resta decir que los *molinetes* están dotados de contactos eléctricos en caja impermeable «Mensing-Ott» de arrastre magnético, adquiridos en la casa A. Ott, de Kempten (Baviera). La fotografía de la figura 13 representa los molinetes, baterías y accesorios para aforar. Se ve el molinete pequeño para aforos de aguas bajas por deslizamiento sobre una varilla redonda fijada verticalmente en el fondo del río y el molinete de suspensión flexible provisto de flotador, utilizado en los aforos de aguas medias y altas.

Son de señales eléctricas cada vuelta o cada veinticinco vueltas de la hélice, y cada uno tiene dos hélices, una para velocidades lentas y otra para velocidades mayores, teniendo como aparatos auxiliares y necesarios para su funcionamiento las pilas eléctricas productoras de la corriente necesaria para obtener aquellas señales, los cronómetros, las varillas de deslizamiento, los cables de suspensión y de contactos, etc., etc.

La casa A. Ott suministró los molinetes *tarados* con sus correspondientes fórmulas que dan, para cada

hélice, el valor v de la velocidad del agua en función del número n de vueltas por segundo en cada observación, fórmulas que son de la forma:

$$v = an + \sqrt{bn^2 + c}$$

$$v = kn$$

aplicándose una u otra, según los valores que se obtengan, para n .

CARACTERÍSTICAS DE LAS ESTACIONES DE AFORO TERMINADAS.—El cuadro anterior resume las características de las cuatro estaciones terminadas, y da idea de la importancia de las instalaciones descritas.

EJECUCIÓN DE LAS OBRAS.—Para terminar esta primera parte, que se refiere a la ejecución de las obras, debo indicar que, hechas bajo la inmediata dirección del ingeniero de Caminos, jefe de la Delegación de Zamora de la Sociedad Hispanoportuguesa de Transportes eléctricos, D. Ricardo Rubio, auxiliado por el ingeniero industrial D. José de los Ríos, se han llevado a cabo todas las terminadas con gran minuciosidad en sus detalles, habiéndose tomado durante los trabajos numerosas fotografías, que constituyen un precioso dato informativo y un buen complemento de los planos de conjunto y de detalle levantados para cada estación.

Víctor DE NÓ
Ingeniero de Caminos

SALTO DE VILLALBA

Indicaciones generales

Recientemente se han hecho las pruebas de este Salto destinado al abastecimiento eléctrico de Madrid, que aunque no de gran potencia (15 000 caballos instalados), ofrece interés por la importancia de sus obras y por los problemas que han obligado a resolver la naturaleza del terreno y otras circunstancias, tales como la de ser preciso atender a la flotación de maderas.

El Salto es propiedad de la Sociedad Anónima Eléctrica de Castilla, domiciliada en Madrid e íntimamente relacionada con la Unión Eléctrica Madrileña, habiéndose celebrado contrato entre ambas para vender a ésta el total de la energía producida.

El Consejo de Administración de la Sociedad lo preside el Excmo. Sr. Marqués de Amurrio y lo forman los Marqueses de Urquijo y Donadío y los señores Peña, Aritio, Gandarias y Ruiz Senén, este último gerente de la misma. Aprovecha un tramo del río Júcar de unos 20 km de longitud y su casa de máquinas queda poco más de otros 20 de la ciudad de Cuenca; se desarrolla todo él en plena serranía, en terreno sumamente quebrado y de pintoresco aspecto. Existe carretera del Estado desde Cuenca, que la Soceidad ha prolongado hasta el lugar de la presa de embalse. Las obras afectan a los términos municipales de Cuenca, Uña, Las Majadas y Villalba de la Sierra, quedando la central en este último. La Sociedad ha construido también una línea de transporte y otra telefónica hasta el Salto de Bolarque, en donde entrega el fluido a la Unión Eléctrica Madrileña.

Las obras se han dividido en dos grupos. El primero constituye el Salto propiamente dicho y es lo que se termina en la actualidad. Complemento de lo ejecutado es el segundo grupo, constituido por la presa, capaz de crear un embalse de 35 millones de m³ y que se está empezando a ejecutar en la actualidad.

Descripción de las obras

El aprovechamiento utiliza las aguas del río Júcar y las del arroyo que alimenta la laguna natural de Uña, situada en el primer tercio del recorrido del canal. Esta laguna está, como decimos, alimentada por un arroyo de importancia que a su vez recibe el agua de potentes manantiales situados a menos de 2 km. El caudal mínimo aforado en el arroyo es de 500 litros por segundo. Está la laguna unos 6 m más alta que el río, y antes de las obras desaguaba el sobrante sobre éste en una pintoresca cascada.

En su conjunto el aprovechamiento es como sigue:

El sitio de la presa de embalse está más alto que el nivel de la laguna. Se ha podido, pues, partiendo de la presa, trazar un canal hasta la laguna, y elevando el nivel de ésta 2 m, transformarla en un embalse de cerca de medio millón de metros cúbicos que permite atender perfectamente a las variaciones de caudal diarias y aun semanales de la Central, y cuyo papel será particularmente interesante durante el tiempo que el Salto funcione sin el embalse principal.

A partir de la laguna se desarrolla un segundo ca-

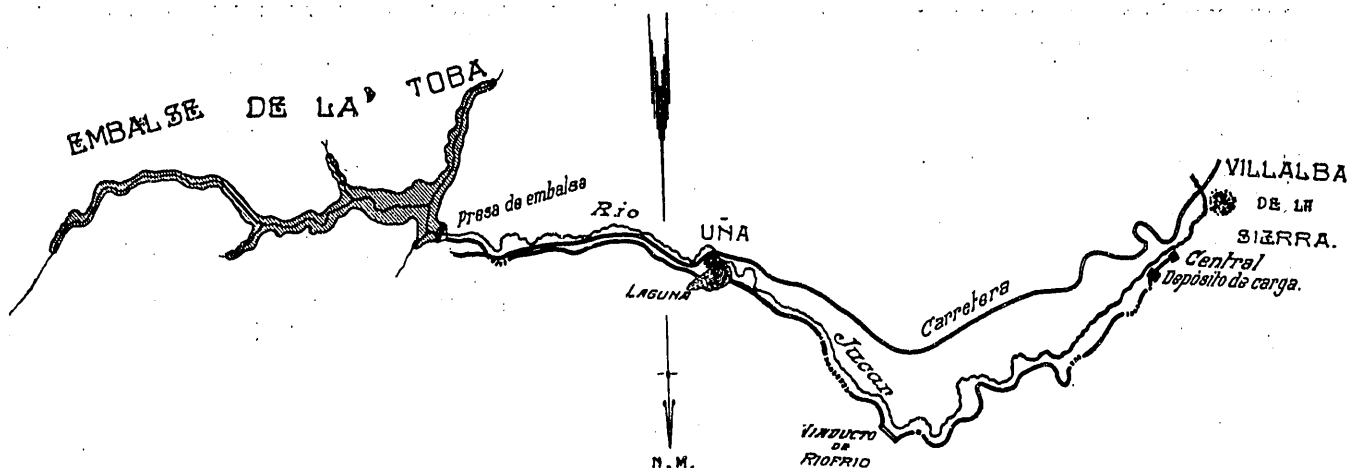


Fig. 1.ª—Plano general del Salto de Villalba

nal de mayor sección hasta el depósito de carga, también bastante amplio (15 000 m³), del que parten las tuberías que conducen el agua a la Central. El trazado de este segundo canal atraviesa terrenos particularmente abruptos, con obras muy importantes, que describiremos a continuación.

La Central queda situada aguas abajo de un imponente desfiladero que ofrece el Júcar y donde el valle empieza a ensanchar. Queda, por tanto, protegida contra las avenidas automáticamente, ya que al ensancharse el valle disminuye la altura de las aguas como consecuencia del aumento de sección.

mite dirigir las aguas al canal del aprovechamiento o al túnel de derivación que en la actualidad se está perforando en la ladera izquierda y que desagua más abajo de la ataguía inferior. Como el firme en que se ha de cimentar la presa principal está a 17 m por debajo del nivel actual del río y por otro lado la presa ataguía descrita había de situarse a poco más de 50 m del paramento aguas arriba de la principal, se comprende que la primera no podía cimentarse en los acarreo, lo que a más de comprometer su estabilidad hubiera originado tal cantidad de agua en el cimientto de la segunda que el agotamiento resultaría impo-

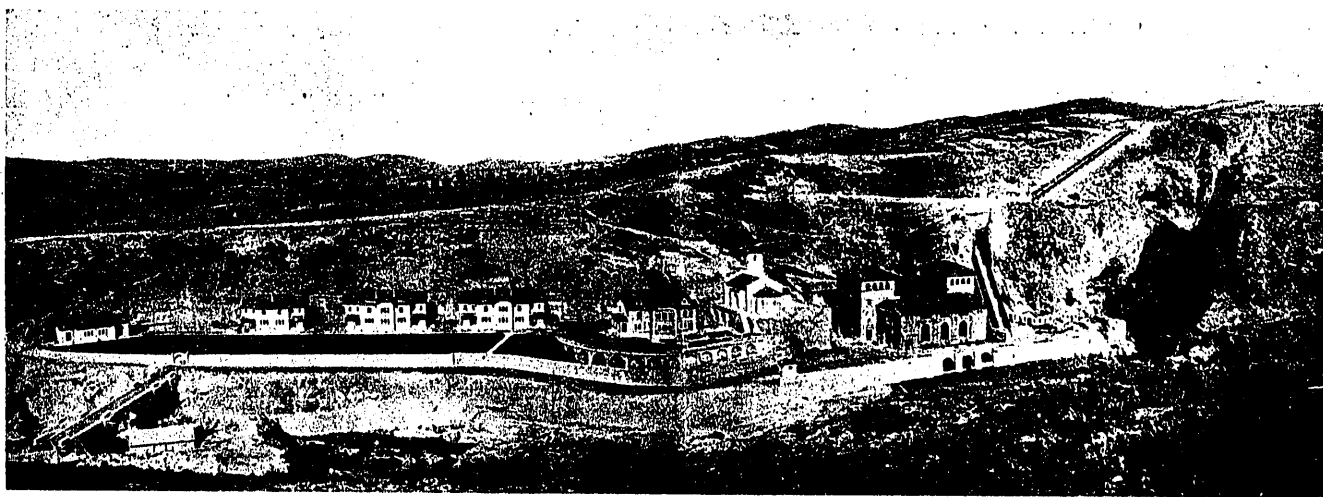


Fig. 2.ª Vista general de la Central, tuberías y viviendas del personal

Describiremos a continuación con detalle las distintas obras que constituyen el aprovechamiento en el mismo sentido en que las recorre el agua.

Empezando por las obras de derivación haremos notar que ésta se verifica, mientras no se construya la presa de embalse, por una provisional, situada aguas arriba del emplazamiento de la primera. Esta presa y el trozo de canal comprendido entre las dos quedará, pues, anegado en el embalse el día que aquélla esté terminada y su proyecto está íntimamente relacionado con la construcción del dique de embalse.

La presa de derivación es, por lo tanto, un cierre que deriva el río, constituyendo la ataguía de aguas arriba para la construcción del dique de embalse; per-

sible. Ha sido, pues, preciso llevar hasta el firme la cimentación de la ataguía por medio del aire comprimido. Como el túnel de derivación tiene cerca de 350 m de longitud, la ataguía de aguas abajo puede quedar lo suficientemente alejada del cuenco de cimentación para que el camino a recorrer por las filtraciones del río al través de los acarreo no dé caudal importante en la excavación del cimientto. Por esta razón esta ataguía se apoyará sobre los acarreo y se formará de piedras y arcilla.

Por todo lo expuesto se deduce que la presa de derivación, aunque de aspecto sencillo, es una obra muy importante y costosa. Está cimentada sobre tres cajones de hierro y hormigón hincados con aire compri-

mido, que tienen 12 m el central y 8 los laterales de longitud, y una anchura de 5; el central está hincado a cerca de 18 m y algo menos los laterales. Aunque la hinca a esas profundidades no es una cosa sencilla no ha estado ahí la mayor dificultad, sino en el relleno de los dos pozos, entre los cajones y los otros dos, entre cajón y margen. En efecto, los cajones no podían bajarse en contacto y ha sido preciso dejar entre ellos un espacio de 1,5 m. Estos espacios era preciso rellenarlos para conseguir que la ataguía fuera impermeable. Ello se ha conseguido clavando dos filas de tablestacas metálicas y vaciando con agotamiento el pozo formado por las tablestacas y las paredes del cajón, operación lenta y peligrosa, tanto más, cuanto que los acarreo removidos con anterioridad por el aire comprimido ofrecían muy poca consistencia y extraordinaria permeabilidad. Sobre el cimiento así constituido se ha construido una superestructura de perfil corriente.

El canal alimentador tiene un primer tramo de mayor sección en el que han de desaguar después las tomas de la presa de embalse. El resto se desarrolla por la vega de Uña a media ladera en terreno fácil. Una sola obra importante tiene; en la vaguada llamada de Masegosillo había de apoyarse en el cono de

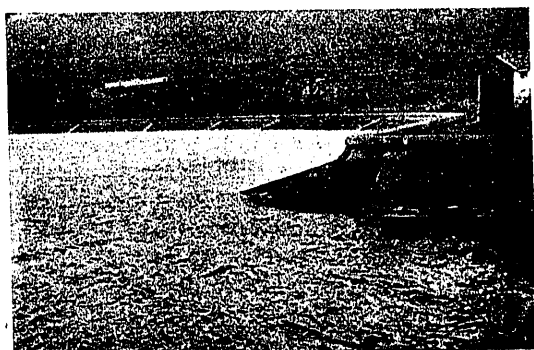


Fig. 3. Embalse de la laguna de Uña

deyección del barranco, que presentaba profundidades muy grandes sin ofrecer terreno apropiado a la cimentación. Se ha salvado metiéndose en túnel en la ladera y pasando por debajo de la vaguada. Este túnel, que no ha ofrecido problemas técnicos de importancia, ha sido, sin embargo, molesto y complicado de construir por la naturaleza arcillosa de parte del terreno atravesado y la cantidad de agua que se presentaba encima de la arcilla.

El canal alimentador alcanza a la laguna de Uña a una cota superior en 6 m al nivel máximo de ésta. La obra de descarga se ha dejado dispuesta para más adelante instalar la maquinaria que aproveche el salto así obtenido.

La laguna de Uña ha sido formada por los depósitos de toba del arroyo que la alimenta. Por medio de un dique de tierras con pantalla de arcilla se ha conseguido elevar su nivel 2 m, aumentando su superficie de 6 ha a más de 20, y consiguiendo así un embalse de cerca de medio millón de metros cúbicos.

Más adelante volveremos sobre este embalse y detallaremos los trabajos de impermeabilización del mismo.

De la laguna parte el canal industrial propiamente dicho, que se desarrolla en un terreno abrupto y difi-

cil, del cual dan alguna idea las fotografías que ilustran este artículo. Ha exigido una serie de obras a las que pasaremos revista brevemente.

En primer lugar aparece la necesidad de apoyarse en los derrubios del cretáceo, que originan corrimien-



Fig. 4. Un tramo del canal

tos en masa de la ladera en cuanto se empieza a abrir la explanación. La solución ha sido hincar una serie de pilas hasta el terreno firme y montar sobre ellas un cajero de hormigón armado. La construcción se ha hecho bajando en pozos entibados, que se rellenaban de hormigón cuando se llegaba al terreno firme.

Viene después la necesidad de salvar el barranco de la Madera, lo que se consigue con un acueducto de dos pisos; el primero, formado por un arco de 9 m de luz sobre el fondo del barranco, y el segundo con seis arcos de 10 m y una altura máxima de 25. Toda la obra es de hormigón en masa.

A continuación hay que salvar un acantilado por medio de un túnel de 800 m de longitud, que no ofrece particularidad notable.

Viene luego la enorme depresión de Ríofrío, que ha exigido la obra más importante del aprovechamiento y que dejamos para describir después.

A partir de Ríofrío existen diferentes obras, pero de pequeña importancia. Varios túneles sin problema es-

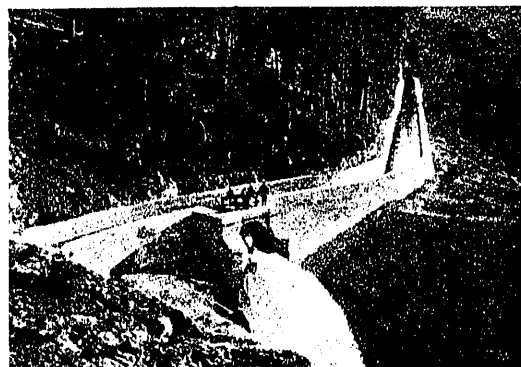


Fig. 5. Desagüe desarenador

pecial ninguno y solamente el cruce de un enorme crestón a un kilómetro del depósito de carga ha obligado a hacer una obra de importancia apoyando el canal sobre arcadas, debajo de un imponente desmonte en trompa.

El depósito de carga admite un volumen de agua de 15 000 m³. Se le ha provisto de aliviadero de superficie y dos desagües de fondo; uno en comunica-



Fig. 6. El canal a la salida del túnel principal

ción, por medio de un fuerte rápido, con la entrada del canal, destinado a evacuar los arrastres gruesos, y otro al pie del talud que forma la solera general in-



Fig. 7. Canal sobre arcadas y desmonte en trompa

clinada para recoger los arrastres finos. El depósito lleva adosada la cámara de carga, de donde parten las dos tuberías. Tienen éstas en su origen, además de



Fig. 8. Central

la rejilla, una compuerta de deslizamiento maniobrada a mano y una de mariposa, automática, que se cierra al pasar la velocidad en el tubo de un límite fijado de antemano. El disparo de esta compuerta

puede hacerse también a mano en el mismo depósito o eléctricamente desde la Central. Los mecanismos están abrigados por dos casetas construidas sobre la cámara de carga.

Las tuberías de carga, construidas por la casa Mannesmann, de Düsseldorf, son dos de 600 m de longitud y diámetro decreciente desde 1,80 m a 1,50. Son de chapa, con un solo empalme longitudinal, soldado en cada tubo. Los tubos normales de 6 m de longitud se unen entre sí por roblones, mientras que las

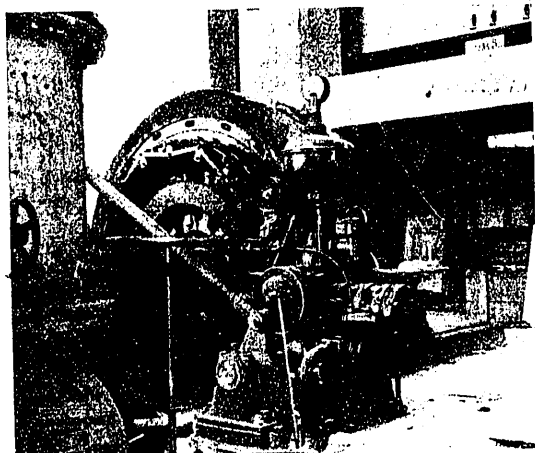


Fig. 9. Regulador automático de una turbina

piezas especiales llevan bridas. La tubería va apoyada sobre macizos de hormigón por medio de camas metálicas que permiten el deslizamiento. Se empotra en otros grandes macizos en los cambios de rasante y en algunos otros puntos intermedios. Inmediatamente, debajo de cada punto fijo, va la pieza de dilata-

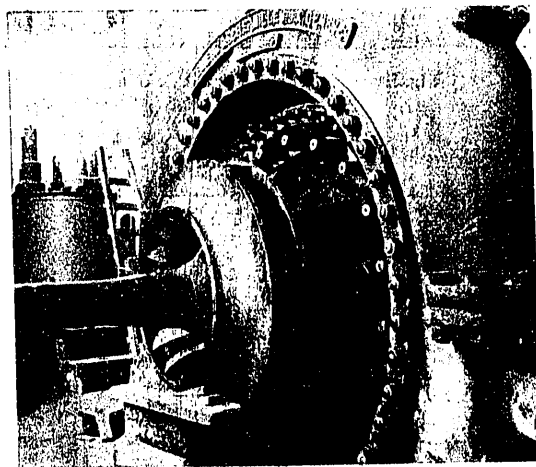


Fig. 10. Turbina de 7 500 C. V.

ción, correspondiente a la rama que queda debajo, la cual es de tipo corriente, de enchufe, con empaquetadura de amianto grafitado.

El trazado de la tubería en su primera parte es sencillo y se ha podido ceñir muy bien al terreno; pero al llegar cerca de la Central, éste presenta un brusco acantilado. El trazado en perfil, que resultaba muy duro, se ha atenuado por una trinchera y un gran acueducto en rampa, que sigue a un cambio de dirección en planta.



Fig. 11.
Transformador Oerlikon de 6 500 KVA

La Central consta de dos grandes edificios: uno, que contiene los turbogeneradores, y otro, destinado a la transformación y salida de líneas.

La Central, construída toda de hormigón, tanto en muros como en pisos, se ha decorado con hormigón moldeado, lo que sin excesivo coste le da buen aspecto, aunque tal vez un poco impropio, por su estilo, para una central eléctrica.

La maquinaria consta de dos grupos, cada uno constituido por una turbina Francis, de eje horizontal, de 7 500 caballos, para trabajar con la altura de salto de 150 m, acoplada a un alternador de 6 000 voltios de la misma potencia; en el extremo lleva el grupo la correspondiente excitatriz.

La turbina está provista de regulador automático y de orificio compensador que abre el mismo regulador cuando tiene que cerrar bruscamente la turbina, aminorándose los golpes de ariete, que las garantías de la casa constructora fijan en un máximo de 15 por 100 sobre la presión normal en la tubería.

Los alternadores son de construcción cerrada, recibiendo la ventilación por galerías que comunican con el exterior, tanto las de aire frío como caliente.

La Central está prevista para tres grupos idénticos, de los cuales sólo se han montado dos. La unión con la tubería se hace por un tubo colector que empalma con las dos tuberías mediante válvulas de mariposa, y tiene tres injertos que corresponden a los tres grupos.

A la entrada de cada turbina hay una llave de compuerta de maniobra hidráulica. Han sido suministrados las turbinas por «Ateliers de Charmilles», antes Picart Pictet.

La instalación eléctrica se reduce a lo siguiente: desde cada alternador va la corriente a 6 000 voltios a las barras colectoras, pasando por un interruptor automático y por los transformadores de medida. Hay

también, a la salida de cada alternador, unos descargadores contra las sobretensiones.

De las barras, pasando por transformadores de medida e interruptor automático, va la corriente a los transformadores, y una vez elevada pasa por otro interruptor automático antes de llegar a barras de alta tensión. De los extremos de éstas parten las salidas de las dos líneas paralelas, de las cuales sólo existe una por el momento. La salida de cada línea tiene interruptor, bobinas de autoinducción, bobinas de protección, entre fase y tierra, y pararrayos de antena, con resistencias líquidas. Todos los interruptores tienen accionamiento eléctrico desde el cuadro.

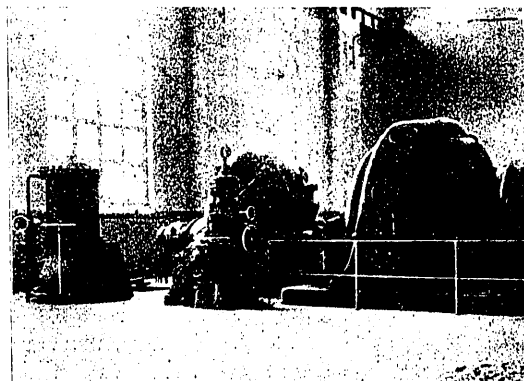


Fig. 12. Interior de la central

Los transformadores elevan de 6 000 a 60 000 voltios, pero están calculados para trabajar a 85 000 voltios, previo un cambio en los devanados de alta. También está prevista para esta tensión la línea construída hasta Bolarque, donde enlaza con las líneas actuales hasta Madrid. Más adelante se piensa prolongar la nueva línea hasta Madrid y entonces se cambiaría la tensión a los 85 000 voltios.

Como anejos de la Central, además de los talleres y almacenes, se ha construído una barriada para los empleados, dotada de abastecimiento de agua y alcantarillado bastante perfectos. Está formada por una casa para la Dirección y el Consejo, varias casas de empleados, capilla, escuela, enfermería, etc. Un trozo de carretera de medio kilómetro y un puente sobre el Júcar la enlazan con la carretera del Estado.

Juan LÁZARO URRÁ
Ingeniero de Caminos

Estado actual de algunas cuestiones de Geofísica geológica

I

Hay materias, como las cuestiones a que se refiere este artículo, que, al parecer, no guardan relación con los asuntos que interesan profesionalmente al ingeniero, pero que, sin embargo, conviene tener presente en varias aplicaciones profesionales. Citaremos, como

ejemplo, el problema de las aguas ascendentes en Canarias, del que se ocupa, en el número del 1.º de septiembre último de esta REVISTA, el ingeniero jefe de Caminos Canales y Puertos, Sr. Suárez Galván, y con motivo del cual discute la moderna teoría de la isostasia. Además, aquellas materias son temas que, aun cuando muchos de ellos constituyen, y constituirán