

REVISTA DE OBRAS PUBLICAS

PUBLICACIÓN TÉCNICA 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.

LOS LIBROS DE 1909

POZOS ARTESIANOS, por D. José Meza y Ramos, Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos.

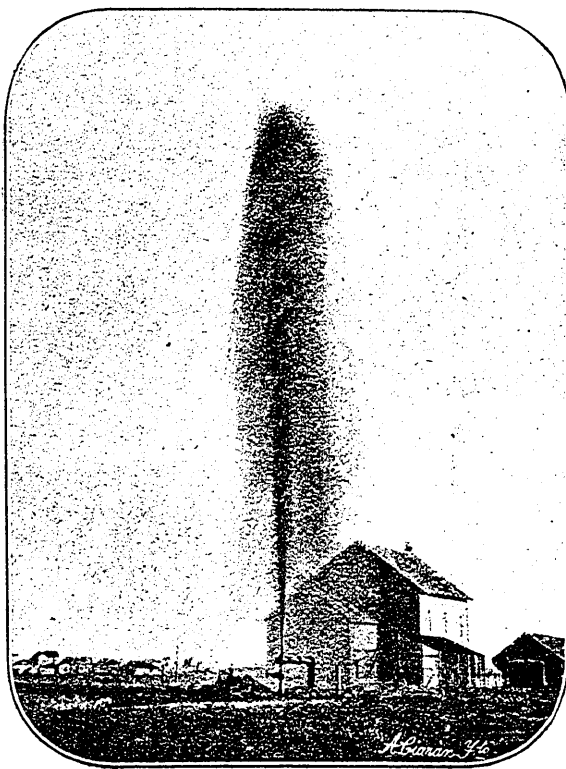
Los pozos de *Artois* que, desde el siglo XII, dieron su nombre de artesianos á los que proporcionan agua ascendente ó surtidora; el de *Grenelle*, que causó la admiración del pueblo parisién al ver horadar durante siete años con la barrena 549 metros de terreno, hasta que saltó el agua en copioso caudal á gran altura el 26 de Febrero de 1841; el de *Passy*, que substituyó á aquella clase de sonda el trépano, tardando seis años; el de la *Butte-aux Cailles*, que costó un millón de pesetas y triunfó en cuarenta años de una serie de dificultades; el de *Vincennes*, de análoga profundidad y rapidez maravillosa de ejecución, pues alcanzó 590 metros en dos meses; los numerosos de *Tours*; el de la Diosa, que alimenta 13 fuentes en *Saint-Denis*, habiendo reducido el precio del metro cúbico de 0,91 francos á 0,11; el de *Cheminières*, que riega unas cinco hectáreas de prados y viñas; los pozos pequeños del valle de *Therain* (*Oise*), que dan agua surtidora con profundidades de 10 á 50 metros; los diez de *Roubain-Tourcoing*, que suministran 15 millones de litros diarios de agua excelente á dichas poblaciones; las 53 perforaciones de *Dombasle* (*Meurthe-et-Moselle*), que surten de agua salada á la fábrica de sosa de *Varangéville Dombasle*, á razón de 2.000 metros cúbicos diarios; los 1.500 pozos de los alrededores de *Hamburgo*, en Alemania, de los que uno de ellos da 300.000 litros por hora con pequeñas profundidades; los que contribuyen al abastecimiento de *Birmingham*, *Liverpool*, *Bristol* y otras ciudades inglesas, siendo notable el de *Spalding*, que con 42 metros de pro-

fundidad da 15.800 litros por minuto; los de *Módena*, en Italia, que en número superior á un millar arrojan el agua procedente de la primera capa acuífera que está á 21 metros; los de *Venecia*, para abastecimiento de la ciudad; los de *Foggia* y *Leece*, del Sur de la península italiana; los de los *Estados Unidos* de Norte América, que exceden de 20.000, perteneciendo sus capas acuíferas á todas las épocas geológicas, salvo la primitiva, ó sean los terrenos secundarios, terciarios y cuaternarios, como los pozos de *Galveston* (Texas), *Madison* y *Dyesburg* (Tennessee), *South Manchester* (Connecticut), *Moxee Walley* (Wash.), *South Dakota*, *Roswell*, etcétera, que proporcionan riego los unos, fuerza motriz, calefacción ó agua potable, los otros; los 2.000 pozos de *Australia*, de los que la mayor parte están en la cuenca del Este, sobre la vertiente occidental de la cordillera *Dividing rang*, que tiene una superficie doble de la de España, en la cual el Gobierno de Nueva Gales del Sur ha gastado más de 6 millones de pesetas en sondeos: el pozo de *Bimerahrún* (Queensland), el más profundo de Australia, 1.539 metros; y el de *Kerribree* (Nueva Gales), el más abundante, 7.945.000 litros diarios.....

.....
el *bahar táht el Erd* ó *mar bajo tierra*, como llaman los árabes á la capa artesiana del Sahara, que al salir impetuoso por los pozos perforados salpica de oasis los desiertos

africanos, atrayendo bajo sus palmerales de millares de árboles la vida rural, y aumentando en cientos de millares de francos el valor de la producción.....

y tantos otros ejemplos que, reseñados minuciosamente en el libro, marcan la evolución del artesianismo partiendo del Norte de África, y llegando á él, otra vez, modernizado al cabo de ocho siglos sin exigir ya el rudo trabajo de los *r'tars*, substituído por los poderosos aparatos y perfeccionados pro-



Pozo de Woondsocket.

cedimientos de sondeo que con rapidez prodigiosa perforan hoy espesores de roca superiores al que causó la admiración del pueblo parisién al ver horadar durante siete años con la barrena los 549 metros de su pozo de Grenelle..... todos ellos, en conjunto y en cada caso, analizadas las circunstancias que han concurrido, geológicas las unas, de dificultades de construcción las otras, de variación de procedimiento de sondeo y aparatos empleados, para amoldarse á las distintas clases de terreno y varias profundidades, así como las de relación entre unos y otros pozos de una misma cuenca; presentado cada uno con su nota característica, la parte de su descripción ó de su historia que conviene entregar á la atención del lector, sin repeticiones inútiles; todos esos ejemplos constituyen una enseñanza preciosa, una *lección de cosas* descrita, un cimiento sólido en que poder descansar las generalizaciones de la teoría, las reglas de construcción ó arte de la sonda y la hidroscopia ó investigación de nuevas captaciones de aguas artesianas; *hechos, teorías generales, investigación artesiana y arte de la sonda*, que son las cuatro partes principales en que podemos considerar dividido el interesante libro del Sr. Mesa sobre *Pozos artesianos*.

**

Por el año de 1904 aparecieron en el *Norte de Castilla*, periódico de Valladolid, unos artículos de que se ocuparon la prensa diaria y la profesional, en los que se hacía resaltar la importancia de los pozos artesianos y la probabilidad que existía, partiendo de datos experimentales y consideraciones científicas, de encontrar en muchos puntos de la tierra castellana análogas capas acuíferas aptas para dar agua surtidora.

El autor de dichos artículos, que tanta atención llamaron, era el distinguido Ingeniero de Caminos D. José Mesa, y de su notable trabajo decía la Comisión del Mapa Geológico en el primer tomo de *Estudios hidrogeológicos*, refiriéndose á los resultados obtenidos en la provincia de Valladolid «... estos resultados, además de su positiva ventaja, han servido para un buen estudio hidrogeológico del país, hecho por el Ingeniero D. José Mesa y Ramos, que ha de facilitar investigaciones ulteriores».

Al año siguiente de escritos aquellos artículos, los hechos vinieron á demostrar el acierto de tales predicciones. El éxito fué asombroso, el mayor alcanzado en toda la región, pudiendo figurar en primera línea entre los obtenidos en España, por haber encontrado á pequeñas profundidades varias capas acuíferas artesianas, por la rapidez de ejecución del pozo y por su portentoso caudal, muy superior al de todos los pozos perforados en Castilla. Á éste siguió la apertura de varios en la misma capital y en otros pueblos de la provincia con excelente resultado, y los éxitos obtenidos se propagaron á las provincias limítrofes, donde cundió la afición á la construcción de dichos pozos.

El Gobierno no permaneció ocioso ante la campaña iniciada. En 14 de Febrero de 1905 se dictaba un Real decreto para impulsar la investigación de las aguas artesianas, fundada en el reconocimiento geológico de las comarcas.

No descansó el Sr. Mesa, y en *El Imparcial* ha seguido su labor de propaganda con una constancia digna de encomio y con un conocimiento del asunto que revela el concienzudo estudio que ha hecho de estas obras sobre el terreno, luchando con las dificultades de la realidad y leyendo cuanto se ha escrito acerca de aquéllas. Es una autoridad

en la materia, su nombre es conocido del gran público, del público agrícola, del que sabe apreciar el valor del agua y se esfuerza por conseguirla utilizando todos los medios que tiene á su alcance para obtenerla.

Este competente Ingeniero, que ha recogido de sus estudios sobre diversas cuencas su experiencia, que ha infundido alientos desde la prensa diaria á los agricultores ansiosos de regadío que no pueden obtener el beneficio de las aguas superficiales, este especialista en artesianismo, es el autor del libro sobre *Pozos artesianos* de que hoy nos ocupamos.

No recordamos se haya publicado ningún otro parecido en España ni en el extranjero en los últimos veinticinco años. La enseñanza que de él se deduce es grande; da á conocer toda la teoría necesaria para familiarizarse con este sistema de captación de aguas; expone innumerables ejemplos que patentizan los resultados conseguidos en la práctica en distintos países, y al fijarse en España se apoya en la teoría y la experiencia para demostrar la posibilidad de feliz éxito en las distintas comarcas, destinando además cerca de cien páginas á la parte constructiva, métodos y aparatos para verificar la perforación del terreno.

El carácter del libro es teórico-práctico para ser comprendido por los últimos y útil á los primeros. Colocado á prudente distancia de ambos públicos, uno y otro encuentran en él el complemento de conocimientos que desean para acercarse y poner en contacto al capitalista-agricultor con el ingeniero director de las obras. La presentación nada deja que desear; buen papel, 237 páginas en 8.º, 131 grabados, letra tipo inglés cuerpo 9, esmerada impresión, figuras claras y sugestiva portada en papel couché blanco con la fotografía del pozo surtidor de Woodsocket (Estados Unidos), y el título en tinta roja *Pozos artesianos*. Recomendamos de paso estas noticias que oímos hace pocos días en la librería internacional de A. Romo hablando del movimiento bibliográfico de esta temporada: que dicho libro es de gran venta, llegan ya pedidos de América, y una Casa editorial francesa ha solicitado autorización para traducirlo.

Consignados estos antecedentes, abramos el libro.

**

En una exposición, que pudiéramos llamar de vulgarización de la Geología, se da clara idea de la estructura de los terrenos, alternancia de las capas permeables é impermeables y de la considerable extensión que puede tener la superficie receptora de las aguas de lluvia, que penetrando por el extremo de las capas permeables cortadas á bisel han de constituir los depósitos acuíferos artesianos, depósitos que, separados por las impermeables, están timbrados á distinta presión, según la altura de las montañas á que afloran. Tocando ligeramente lo que á *formación de la Tierra* se refiere, va aumentando la intensidad técnica de la lectura al pasar de aquélla á la *clasificación de terrenos*, en que se dan las rocas características de cada uno, á los *terrenos permeables é impermeables*, para los que se consignan los distintos grados de porosidad determinados por el geólogo Mr. Buckley, y los coeficientes de permeabilidad de varias clases de terreno, hasta entrar de lleno en la *teoría de las aguas artesianas*. Expuesta la de tiempos antiguos y las de Dickson, Azaïs y Descartes, que pertenecen á la historia, rebase el autor la fundada en la presión de las tierras y acepta la generalmente admitida hoy de la presión hidráulica, de con-

formidad con la cual explica los distintos casos que se presentan en la práctica.

Se ocupa en el capítulo VI del *caudal de los pozos artesianos*, y, de su *variación*, en el siguiente. Explica en el primero los distintos medios de aforo, acompañando tablas del gasto en vertedero colocado en la canal en que se reciba el agua, del gasto en surtidor para los distintos diámetros del tubo y altura del chorro, y del gasto en tubo horizontal según el diámetro y longitud de éste.

Respecto de la variación de caudal prueba con ejemplos su constancia en las cuencas grandes.

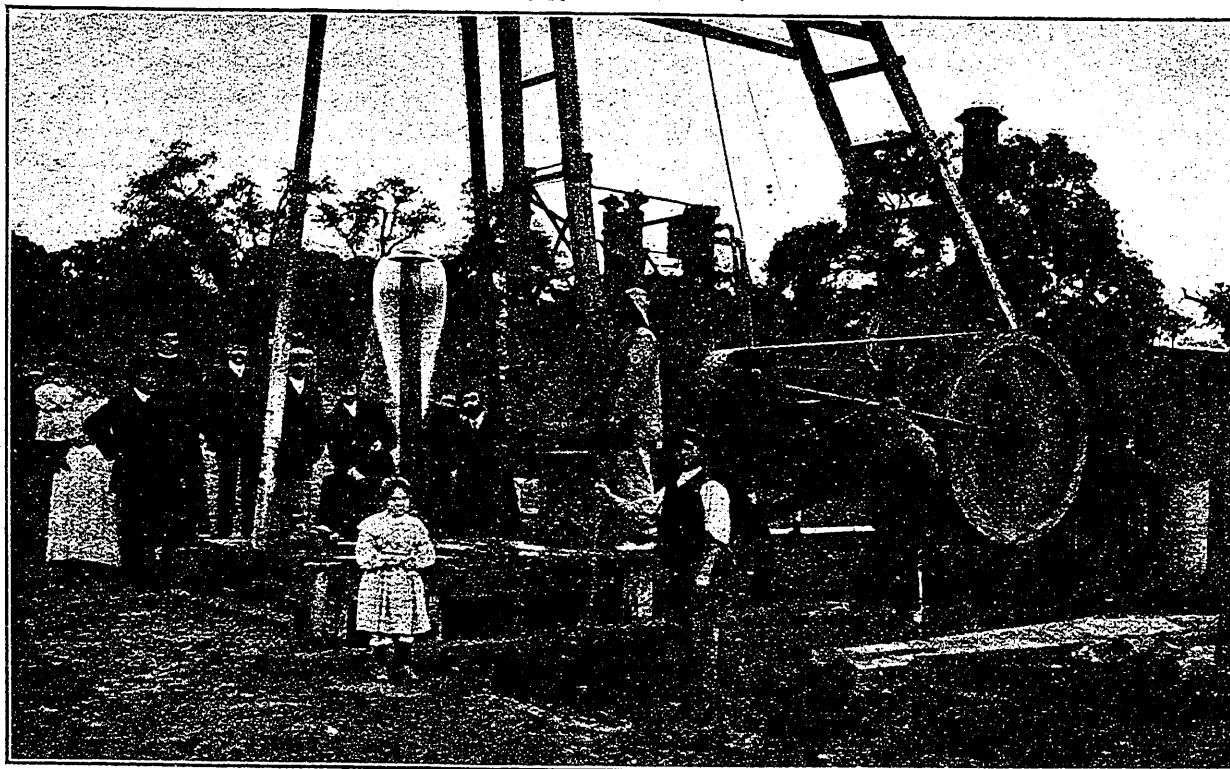
**

La época de los *zahorís* ha pasado, como pasó la de alquimistas, astrólogos y curanderos. La ciencia es la única que puede acercarse más á la verdad en la investigación

clusiones que establece, el lector no puede menos de tributar su aplauso al distinguido Ingeniero.

Es el capítulo á que nos referimos el IX, titulado «Pozos artesianos en España». La relación de ejemplos del extranjero que contiene el capítulo anterior y citamos al principio de esta nota bibliográfica, se avalora grandemente con los de nuestro país. Albacete, Cuenca, Valencia, Málaga, Murcia, Alicante, Gerona, Huelva, Jaén, Barcelona, Valladolid, Zamora, León, Palencia, Madrid, Toledo, Logroño, Tarragona desfilan ante nuestra vista con todas las investigaciones hechas y el éxito obtenido.

El primer pozo artesiano que dió aguas surgidoras en España se construyó en Cartagena el año 1862; el distinguido Ingeniero de Caminos D. José Baldasano, que lo dirigió, había convencido al Ayuntamiento, á cuyo cargo corrían las obras, de la probabilidad de su buen resultado en vista de



Pozo artesiano de El Pardo.

de aguas artesianas. Si Hericart de Thury, fundándose en aquélla, predijo para el pozo de Grenelle cuáles y cuántas serían las capas de terreno que se atravesarían y á qué profundidad se encontraría el agua, bien puede hoy la ciencia, enriquecida con la experiencia de más de medio siglo y millares de obras, predecir con la probabilidad posible el resultado á obtener en la investigación artesiana.

Dedica el autor un capítulo á dicha investigación, examinando los dos casos que pueden presentarse de existir, ó no, otras perforaciones en la comarca y dando para ambos el camino que debe seguirse. La parte del libro que más interesante resulta es la aplicación de esa teoría general á España, á la que dedica una cuarta parte de aquél. En ella ha desplegado el Sr. Mesa todos sus conocimientos de geología comparada y toda su ilustración en la materia, aportando cuantas consideraciones le han sugerido la ciencia y la práctica para afirmar con valentía de propagandista convencido la existencia del *mar bajo tierra* á profundidad económicamente asequible en la mayor parte de las comarcas. Siguiéndole en sus razonamientos, alentado por la esperanza que infunde su predicción, al llegar á las con-

los datos hidrogeológicos que había adquirido durante la construcción del varadero de Santa Rosalía.

Fíjase el autor especialmente en los pozos de Medina del Campo, Nava del Rey, Pajarillos y El Pardo, cuyas incidencias de construcción y circunstancias presentadas tanta enseñanza arrojan y hace una aplicación de la teoría expuesta averiguando la probabilidad de encontrar aguas surgidoras en todas las estaciones de ferrocarril comprendidas entre León y Venta de Baños, Medina á Segovia, Medina á Ávila y Valladolid á Osma.

Estudia después las cuencas del Duero, del Tajo y del Ebro, donde aparece aquella hermosa síntesis que antes hemos encomiado. La comparación de unas cuencas con otras, y el examen de los terrenos geológicos que pueden conducir en España á un buen resultado por los ejemplos de los distintos puntos reseñados llevan al autor á la conclusión de que siendo el artesianismo un fenómeno general y no local, en muchos puntos podrá la ciencia afirmar la proximidad, económicamente considerada, de esos depósitos acuíferos á la superficie de la tierra.

**

Avia pervia; lo infranqueable franqueado. Este lema y dos barrenas ostenta el escudo de la ciudad de Módena. En él quiso perpetuar esta población del Norte de Italia su admiración por el empleo de la sonda en la perforación de sus pozos artesianos.

Dos son los procedimientos empleados: el de varilla y cuerda ó método chino, que es el más antiguo, perfeccionado por los americanos, y el de sonda rígida ó método europeo. De ambos se da detallada noticia en el libro. Las *barrenas*, ordinaria, de gusanillo y salomónica, que obran por rotación; los *trépanos*, plano, alisador, de espiga y cincel de láminas compuestas, que obran por percusión; las varillas de sonda, la sonda Palissy, los *útiles de maniobra*, llaves de maniobra, de retención y de suspensión, la cabeza de sonda, la tenaza de escape; los *útiles de limpia*, cucharas de válvula plana, de bola, de bola y trépano, los *útiles arrancadores*, caracol y campana de rosca, los *aparatos de sondeo* para profundidades menores de 50 metros, de 50 á 100, y para grandes profundidades la *maniobra de la sonda*, la *entubación* y la *maniobra de la limpia*, correspondientes al *método europeo*, se explican con toda la amplitud necesaria sin digresiones y por medio de figuras muy claras y precisas.

Á grandes profundidades las operaciones de atornillar y desatornillar muchas barras para alternar los útiles perforadores con los de limpia dan lugar á grandes pérdidas de tiempo. Estas se evitan con el *método chino*, el cual para profundidades pequeñas se usa reducido á su sencillez primitiva. El autor describe el procedimiento que ha visto emplear en el pozo de los Pajarillos, de Valladolid (importante en España por su caudal, 1.500 litros por minuto), que entra en esta categoría, para que se vea cómo con medios sencillísimos se han obtenido resultados muy satisfactorios, repetidos, por cierto, con éxito en otros varios pozos de Castilla la Vieja. El coste del material de sondeo no excede de 800 pesetas.

La verdad es que el estacionario pueblo chino, en medio de su misterio y aislamiento, tiene el privilegio de la primacía en muchos inventos, que unas veces perfeccionan las Naciones que se disputan la hegemonía del progreso y otras no consiguen imitarlos.

El ingenio norteamericano ha perfeccionado dicho procedimiento, ó lo que de él se conoce, para que no se pierda un minuto en la ejecución de todas las maniobras.

Describe el autor los útiles y procedimientos empleados por la casa Keystone Drillar Company de Beaver Falls, Pennsylvania, detallando las piezas pendientes del cable, ó sean la de unión de éste con la sonda, la deslizadera, la barra maestra y el útil perforador ó trépano, los útiles de extracción de sondas, de piezas desprendidas y de cables (gancho para cortar cables, arpón, doble arpón, cuchilla, campana, sujetador, cuchillas en herradura, barra, casquillo y aldaba para deslizaderas, alisatubos, arpón para tubos, araña, tijeras, casquillo para deslizaderas, campana con manguito, cortatubos, mandril y cuchilla para cables), todas con sus correspondientes figuras; se presentan grabados del aparato completo de sondeo de la casa *Keystone*, dos de *Williams Bros.*, de Ithaca, dos de la *American Well-Works de Illinois*, E. U., una de tipo ordinario y otra con inyección de agua.

La sonda rotatoria de diamante inventada en 1887 por el relojero suizo Leschot da un avance de 5 metros por día y llega, como cosa corriente en América y África del Sur, á

1 000 metros de profundidad; en la actualidad se sustituye, en vista de su elevado coste, por la sonda Davis-Calyx, cuyo útil es un conjunto de cinceles de acero especial que funciona en la ranura circular abierta. De ellas se da completa noticia ilustrada con figuras, y una vista de conjunto de una instalación con motor de 7 $\frac{1}{2}$ caballos de potencia, en que se han obtenido testigos ó muestras de terreno de 0,08 á 0,16 metros de diámetro hasta la profundidad de 200 metros.

Reseñadas las anteriores sondas, que exigen el empleo de la sonda rígida para transmitir el movimiento de rotación, describe la de Keystone que trabaja por percusión y permite por tanto el empleo de las máquinas americanas de sondeo que tanto tiempo ahorran.

En terrenos flojos ó de mediana dureza y pequeñas profundidades está indicado el sistema de *pozos artesianos instantáneos*, tubulares ó abisinios á que se refiere el capítulo XI.

La *elevación del agua por medio de bombas* se estudia con detalle en el capítulo siguiente, describiendo al tratar de los tipos de bombas, las Letestu, Downie, centrífugas, varias norteamericanas, las de hélice y las de aire comprimido, que aclaran perfectamente las figuras correspondientes.

Del *empleo de explosivos*, de que se da el cálculo necesario, citando el ejemplo del pozo de Rochester (Inglaterra) y de las *precauciones en la construcción*, relatando las causas de las averías y los medios de repararlas, se ocupan los capítulos XIII y XIV, terminándose el libro con la parte referente á *conservación* de los pozos artesianos, en la que se citan las disposiciones oficiales de Washington, California, Colorado y Nebraska para hacerla obligatoria, y la relativa á los medios de *propaganda* del artesianismo en Nevada (Estados Unidos), Argelia, Australia y España, extractando respecto de esta última algunas leyes y disposiciones oficiales relacionadas con los pozos artesianos.

* * *

Las aguas de lluvia que caen sobre una cuenca corren en gran parte por su superficie y se reúnen en las vaguadas ó talwegs; otra fracción se filtra á través del terreno permeable, constituyendo en la localidad las aguas freáticas, y, más lejos, cuando esa capa permeable buza bajo otra impermeable, las aguas artesianas. Las aguas superficiales tomadas directamente de los ríos por acequias, llevadas á distancia por canales y almacenadas en pantanos; se utilizan para el gran riego; las artesianas y freáticas están indicadas para el pequeño riego, constituyendo precioso recurso hidráulico en los sitios donde no es posible económicamente obtener el beneficio de las primeras.

En país donde escasea el agua en relación al terreno cultivable, no se debe desperdiciar ningún recurso, como se hace en la región árida de los Estados Unidos, y debemos hacer nosotros.

Del último libro publicado sobre corrientes superficiales y sus obras, el de los Sres. Nicolau y Puig, hemos dado cuenta en el número 1.756 de esta REVISTA; de las aguas freáticas existe el tratado magistral de «Corrientes subálveas» del malogrado Ingeniero de Caminos D. Gonzalo Moragas; y del último libro de aguas artesianas, que es el del Sr. Mesa, acabamos de dar hoy noticia. Reciba nuestro distinguido compañero la más sincera felicitación por su notable trabajo que tan útil é interesante resulta.