

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

LAS OBRAS DE RIEGO EN LOS ESTADOS UNIDOS DE AMÉRICA, por D. José Nicolau y D. Narciso Puig de la Bellacasa, Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos.

Por los capítulos sueltos que hemos copiado de esta interesante obra habrán podido apreciar nuestros lectores, tanto la utilidad é importancia del asunto tratado, como la manera brillante con que han respondido sus autores al encargo que les confirió el Gobierno español, solícito á fomentar el regadío en el suelo patrio para elevar el nivel económico de la Nación.

Al publicar hoy las conclusiones á que llegan los autores al terminar su obra, no queremos dejar de trazar en líneas generales su resumen, para que los que no hayan podido leerla íntegra puedan apreciarla en su concepción sintética.

Los que siguen de cerca estas materias conocen ya á los ilustrados Ingenieros de Caminos Sres. Nicolau y Puig, que dieron al regresar de su expedición á Egipto gallarda muestra de cómo saben cumplir las misiones oficiales que se les encargan, y cuán acertado estuvo el Gobierno al confiarles aquélla en 1903, como ahora también la de 1907. No basta ver y saber describir, es necesario *saber ver*, conocer á fondo lo que aquí se hace para distinguir al primer golpe de vista lo que puede constituir para nosotros una enseñanza, y conocer á fondo lo que debe hacerse, para trazar con valentía una crítica de las obras ejecutadas en países que figuran en la vanguardia del progreso.

Labor constante de los autores es el demostrar cómo la política hidráulica, que España puso en práctica en remotísimos tiempos, se sigue hoy en todos los países de lluvias irregulares, en que se ha transformado el arte del cultivo en una verdadera industria, dando á la Naturaleza, por el trabajo y la constancia guiados por la Ciencia, lo que á la Naturaleza le falta: el orden y la regularidad, como dijo el Sr. Echegaray en su notable artículo «La Industria Agrícola».

Las obras de riego en Egipto y Las obras de riego en los Estados Unidos de América, editados de la misma manera, y por cierto con toda perfección, parece constituyen el principio de una colección, que dejan en el ánimo del lector

el deseo de que se continúe en provecho de los que han de llevar á la práctica en nuestra Patria la implantación de sus enseñanzas.

Se trataba en la primera de un problema concreto: un sistema orgánico de regadío en el valle de un río de especiales condiciones; transformación de la inundación en riego perenne; un país de gran densidad de población y gran atraso; y la dirección de un solo hombre, Lord Cromer.

El caso de los Estados Unidos es muy otro: conjunto de valles de diversas condiciones; país despoblado pero contando con la inmigración de colonos avezados al trabajo; la opinión colectiva interviniendo en la confección de las leyes, los Estados federales en aplicarlas y la dirección concentrada en el Gobierno federal; es el caso de la magnitud del problema, del ataque de frente á cuantas dificultades surgen sin reparar en las controversias científicas de teorías, barrenando hasta los principios de su modo de ser, amoldándose á las necesidades sin prejuicios, la gran rapidez de ejecución, la demostración palmaria de cuanto pueden, además del capital, la acometividad, la resolución, la constancia y la fe en conseguir lo que se proponen.

En Egipto era un hombre el que conducía el pueblo á la victoria, con material extranjero; en los Estados Unidos es el pueblo el que triunfa, poniendo sitio á la región atrasada, llevando todas las condiciones de su raza y todos los adelantos, acumulados, de la civilización.

Aquí participamos, como decía el Sr. Echegaray en su citado artículo, del carácter de la Naturaleza, en todo extrema, en todo exagerada; la inundación ó la sequía, sin término medio. Encontró gran oposición al principio la propaganda hidráulica; hoy, apenas hemos empezado á construir algunas obras, parece poco lo que se pedía; se pretende hacer más que los Estados Unidos con su inmensa fuerza, y que el Estado, al que se vedaba, pocos años ha, la ejecución de estas obras, llegue á pagar, además, á los particulares con creces la transformación de sus tierras de secano en regadío, y si no se otorgan esos centenares de millones, si no surge el regadío de repente, caeremos verticalmente en el pesimismo de que nada se puede hacer, que debe buscarse el remedio en otro lado, como, por ejemplo, la formación previa del catastro ó la supresión de los terremotos por agotamiento de los depósitos subterráneos. Esa inconstancia, esa variación de orientaciones, análoga á la de las muchedumbres que buscan una salida del recinto en que se en-

cuentran, sin reflexionar, constituyen el reverso de la medalla que nos presenta el libro de que nos ocupamos.

Doscientas ochenta y una páginas, en 8.º, ilustradas con 100 grabados, de los que una tercera parte están impresos en papel *couché*, cubierta de papel apergaminado japonés, impresión en buen papel, una esmerada edición, en suma, constituyen las condiciones materiales del libro, que han merecido, por cierto, justos elogios.

Una completa descripción geográfica de la región árida de los Estados Unidos y un detenido estudio del arte del regadío en dicha Nación, bajo los aspectos histórico, legislativo y constructivo, aplicado principalmente á aquella región de máximas dificultades para la implantación del riego; constituyen el plan de la obra, la cual termina con la aplicación á España de los métodos y soluciones allí empleados.

**

Con trazo seguro y sobrio se define el clima del continente norteamericano, como consecuencia natural de su topografía; clima *estable*, considerando un largo período y *variable* dentro del mismo, según ciclos de altura pluviométrica ascendente y descendente que comprenden varios años, ó según las irregularidades naturales de menor cuantía que en todas partes ocurren.

En el mapa esquemático de las lluvias medias anuales que se inserta se ven bien marcadas las tres regiones: árida, semiárida y húmeda. La altura media de lluvia en la primera no llega á 50 centímetros; el ambiente es seco y enrarecido, las temperaturas extremas muy rigurosas con límites invernales de á 40º centígrados bajo cero.

Descritos la *topografía* y *clima*, se examinan los *recursos hidrológicos*, las aguas superficiales, escasas, de difícil aprovechamiento por su gran pérdida de filtración y evaporación ó por la impetuosidad de las avenidas, así como por la mala disposición de los cauces; las aguas subterráneas, poco abundantes, que se elevan por pozos artesianos, ó las subálveas, recogidas con presas enterradas, galerías filtrantes y pozos, no pueden dar más que para regar unos 30 millones de hectáreas de los 400 que mide la parte cultivable de la región árida. De ahí que deba utilizarse el agua del modo más completo posible y dentro de una prudente economía.

Por lo que en el epígrafe de *colonización* se trata, después de describir el «homestead entry», se ve que las leyes que lograron, con él, crear «una especie de ciudadanía rural», según frase gráfica de los autores, en la región húmeda, no dieron resultados eficaces en la árida, excepto donde se podía aplicar el riego á las tierras.

En el estudio consagrado á la *legislación* aparece patente la evolución de ésta desde que fueron importados los primeros principios por los españoles en el Oeste y Sur, hasta que ante las dificultades que aquéllos presentan en los países de lluvias insuficientes, como la región árida, se vió la necesidad de cambiar de frente, aplicando la centralización é intervención activa del Poder público en la distribución y policía de las corrientes y la determinación integral de los derechos relativos de los usuarios; abandonando, en parte, el principio estricto de la prioridad como base de derecho, sustituyéndolo por el de máximo beneficio que conduce á la derivación y distribución de las aguas por la Administración pública, según las necesidades de cada momento, á fin de obtener el mayor provecho posible para

los intereses de la comunidad entera; partiendo del principio de que el agua es un bien de dominio público cuya apropiación sólo puede ser legitimada por su aprovechamiento.

Al examinar las *condiciones sociales y económicas* se resumen las dificultades que se presentaban para el cultivo agrícola y para la colonización, falta de población, escasez de ferrocarriles y carencia de carreteras, lo duro y extremo del clima, lo inadecuado de las leyes de colonización y de las que regían el aprovechamiento de las aguas, la poca preparación y aun desconocimiento de las prácticas del riego, las condiciones desfavorables en que regantes ó Empresas han tenido que construir las obras, lo limitado de los recursos con que contaban, la relativa carestía de los materiales y abonos químicos, la insuficiencia de los mercados próximos; dificultades, en suma, como quizá en parte alguna se han presentado con mayor intensidad y que han sido vencidas, como dicen los autores, por la acometividad, la intensa aplicación al trabajo, la persistencia en el propósito, el espíritu emprendedor é inventivo y la fe en el éxito que tiene la población norteamericana.

Entre las *producciones y cultivos* principales que pueden obtenerse en el Oeste se cita el maíz, el trigo y demás cereales, frutas, forrajes de alfalfa y trébol, remolacha, patatas y hortalizas, haciendo resaltar después de las estadísticas que se presentan, la importancia del cultivo de la remolacha que produjo en toda la Unión 500.000 toneladas en el año 1906 07, y el de la alfalfa, cuya cosecha en ese año se vendió por 500 millones de pesetas.

**

Descrita bajo todos sus aspectos la región del Oeste, de cuya *conquista* se trata, y á la que se refiere el problema actual del regadío en Norte América, enfocada la atención del lector sobre dicho campo de operaciones, después de haber seguido con creciente interés cuanto al conocimiento del mismo se refiere, descansa el ánimo del lector en el capítulo siguiente, enterándose más despacio de la historia del riego en los Estados Unidos, de la ley de 17 de Junio de 1902 ó «Reclamation Act», y de la situación actual creada por ésta, á modo de ampliación de lo que sobre esos tres extremos se apuntó solamente para no distraer la atención, al tratar de la región árida, y se pasa luego al capítulo que trata del cumplimiento que ha dado la Administración á aquella ley fundamental organizando el «Reclamation Service» ó *Servicio federal de obras de riego*.

Consígnase en las *indicaciones históricas* que si bien los indígenas aplicaban el riego al cultivo de los campos con obras rudimentarias de derivación y distribución de las aguas, fueron los españoles los que introdujeron realmente el arte del riego. La presa de la misión de San Diego es la primera que se construyó de fábrica en los Estados Unidos, y el pantano de la misión de San Gabriel el primer embalse artificial. Se establecieron varias Empresas de riegos, aumentó luego su número, y en 1893 se presentó la crisis financiera que generalmente acompaña á esta clase de empresas mientras el país prospera, enriqueciéndose propietarios y regantes. Comprendido esto por el Gobierno, nació la idea de su intervención y se promulgó para la región árida el *Acta Carey* en 1894, complementada más tarde por la ley de 11 de Junio de 1896. Por aquélla, se pueden conceder á cada colono 64 hectáreas de tierra vacante, á condición de que ponga 8 en riego en el plazo de diez años. Los Estados áridos sirven de intermediarios entre el Gobierno federal y los colonos.

La ley de 17 de Junio de 1902 es la que ha tenido realmente gran influencia en el desarrollo de los riegos en los Estados Unidos. Creó el fondo especial (Reclamation fund); sus ingresos proceden de la venta de las tierras de dominio nacional y del reintegro que hacen los colonos, en diez años, del capital (sin interés) invertido por el Gobierno en las obras. Para facilitar la aplicación de la ley se han constituido Asociaciones de usuarios de agua ó Sociedades cooperativas de propietarios que garantizan al Gobierno la implantación del riego y el reintegro antes citado, realizándose así las obras verdaderamente útiles.

El objeto principal de la ley de 1902 ha sido crear y asegurar en la región árida medios de subsistencia para los colonos, que consiguen con el riego y su trabajo propio convertirse en pequeños terratenientes.

La situación actual que como consecuencia de la aplicación de la ley han apreciado los Sres. Nicolau y Puig, es liasonjera. Se han constituido nuevas Empresas, el Gobierno ha llevado á la ejecución 31 proyectos, por valor de 203 millones de pesetas, de los que se habían invertido hasta fin de Junio último 126 millones. Han observado sobre el terreno la relativa facilidad con que se preparan para el regadío las tierras desiertas é incultas de extensas zonas (donde las obras del Gobierno están á punto de ser terminadas), luchando con todas las dificultades antes enumeradas.

Antes de pocos años la producción agrícola habrá crecido extraordinariamente en esa región desierta y su influencia en el mercado mundial se dejará sentir. El valor de la cosecha, correspondiente á la superficie regada en el año de 1907, fué de 875 millones de pesetas.

Para elegir, estudiar y construir las obras de riego, que según la ley de 1902 debía llevar á cabo el Gobierno se creó el *Servicio federal de obras de riego* ó «Reclamation Service», análogo á nuestro Servicio de trabajos hidráulicos. En su organización centralista se han seguido dos principios: el de la especialización de los trabajos y el de la demarcación de las funciones propias de los empleados con la necesaria elasticidad para que reporten el máximo de utilidad. El trabajo se realiza con gran asiduidad é intensidad, consagrándole ocho horas diarias, lo mismo en las obras que en las oficinas. Influyen en ello el deseo del personal de adquirir buena reputación y hacerse acreedor á recompensa, y la acción enérgica y vigilante del Centro directivo. Los Ingenieros cambian impresiones sobre los distintos asuntos en que tienen que intervenir, en reuniones ó conferencias que se celebran aprovechando los Congresos de riego.

Al tratar de las *condiciones vigentes en los contratos*, se indica que, en general, las obras se ejecutan por contrata; pero que la ley no requiere que la licitación obligue á la adjudicación, ni siquiera á que sea elegida la proposición más baja, que se desecha cuando los precios que contiene son evidentemente insuficientes. Los pliegos de condiciones son parecidos á los vigentes en España. En las obras de riego de que se trata, el cemento lo adquiere la Administración y lo suministra al contratista.

* * *

Cuanto hemos reseñado va comprendido en el primer cuarto del libro; en sus páginas cuajadas de materia, ceñidas al asunto, se encierran las noticias geográficas, legislativas, administrativas, sociales y económicas que el objeto del libro demanda. El resto del tomo se dedica á la parte

constructiva—*las obras de riego*—excepto las 10 páginas finales en que por consignarse los resúmenes y conclusiones de todo el libro, se mezclan esos múltiples puntos de vista.

Estúdiase en dicha parte constructiva los *caracteres distintivos de las obras*, las *soluciones generales adoptadas*, la *planta y los perfiles de presas de fábrica*, las *presas de tierra*, las *presas de escollera*, las *presas mixtas*, el *procedimiento hidráulico para la construcción de macizos de tierra*, las *presas de derivación*, los *aliviaderos y desagües de los pantanos*, las *disposiciones más interesantes empleadas en los canales*, las *fábricas que se usan*, los *procedimientos y medios auxiliares de construcción*, el *coste de las obras*, y se hacen *diversas observaciones* sobre el aterramiento de los pantanos, las dotaciones de agua para el riego, las pérdidas de agua en los canales y su prevención.

En las presas se estudian los caracteres de las modernas de tierra, tratando de las que tienen, ó no, pantalla impermeable, las de escollera con uno ó varios muros transversales, las de paramento de agua arriba impermeable, y las mixtas de tierra y escollera.

Se detalla el procedimiento hidráulico para la construcción de macizos, fijándose especialmente en la de Silver Lake, de los Ángeles, y haciendo un detenido juicio crítico sobre dicho procedimiento, á propósito del cual indicó hace tiempo el Sr. Nicolau en las columnas de esta REVISTA que podría aplicarse en la limpia de pantanos, utilizando los productos en el recrecimiento de las presas de tierra que los cierra, alcanzándose de este modo dos fines distintos en una sola operación.

Al tratar de los procedimientos y medios auxiliares de construcción, se llama la atención sobre los métodos de excavación por perforadoras, arados, máquinas excavadoras-cargadoras y excavadoras de vapor, y los transportes con arrobaderas, vagones y cables.

Agotadas las obras fáciles y de gastos reducidos, se han acometido los grandes proyectos de embalses, de más de 2.000 millones de metros cúbicos algunos.

En el *resumen* con que termina el libro se trata del rápido desarrollo, sin precedente, del riego en los Estados Unidos, de la acción del Gobierno federal en materia de riegos, del riego en los Estados Unidos y en España y de la aplicación á España de los métodos y soluciones empleados en los Estados Unidos.

Siendo sumamente interesante lo que se consigna referente á dicha aplicación, por contener un bien hecho resumen de cuanto se ha indicado en el libro con la mira puesta en nuestro país lo copiamos íntegro á continuación:

«*Observaciones preliminares.*—Las condiciones de uno y otro país son, por muchos conceptos, tan distintas, que difícilmente serán por completo y con ventajas aplicables á uno los sistemas, procedimientos y soluciones que se adopten en el otro con éxito. Esto no obstante, es de observar que allí donde las necesidades y los medios disponibles guardan alguna analogía, los métodos, y, sobre todo, las soluciones empleadas no presentan en realidad muy radicales diferencias. En todo caso, hay detalles y resultados que importa conocer, y procedimientos y soluciones que conviene tener en cuenta, aun cuando no deban ser imitados por completo, pues de unos y otros cabe casi siempre obtener indicaciones utilizables.

Debe observarse también que no todo lo que en materia de riegos se hace en los Estados Unidos tiene carácter de novedad, como es fácil presumir; por el contrario, la exposición que en este trabajo se ha hecho revela que la mayor parte de las so-

luciones y métodos empleados son conocidos y seguidos hace tiempo en España y en otras partes; pero lo favorable de los resultados allí obtenidos, en algunos casos, justifica el que sobre ellos se llame especialmente la atención.

Las precedentes observaciones demuestran la conveniencia de señalar en forma compendiada aquellos puntos de esta Memoria relativos á los métodos y soluciones seguidos y á las tendencias que se manifiestan en los Estados Unidos, al emprender el Gobierno nacional la ampliación y mejora de sus riegos, y que, á nuestro juicio, merecen ser tenidos en cuenta en España al realizar empresa análoga.

Á este efecto dividiremos la materia en los tres grupos siguientes:

Obras.

Organización y procedimientos administrativos.

Aspecto social y económico de la empresa.

Obras.—Los puntos más salientes, relativos á los tipos de obras adoptados y á los procedimientos de ejecución seguidos, son los siguientes:

Elección de presas de tierra, con preferencia á las de fábrica, donde las condiciones, desde el punto de vista económico, se estiman favorables, aun con materiales que en Europa no se reputarían adecuados y alturas de embalses considerables.

Construcción de presas de tierra por procedimiento hidráulico, cuando por tal medio se puede construir económicamente el macizo ó lo requiere la seguridad de la obra.

Empleo de presas mixtas de escollera y tierra, que ofrecen en muchos casos, dentro de las debidas garantías de seguridad, la solución más económica.

Empleo de la arrobadera como medio de transporte ó de transporte y excavación para pequeñas distancias; empleo de los arados, excavadoras-elevadoras, excavadoras de vapor, etcétera, para efectuar excavaciones; y, finalmente, empleo de tipos perfeccionados de estos útiles y máquinas de excavación, carga y transporte.

Empleo de cables Blondin para transportes de masas importantes de materiales, cuando los puntos de procedencia y de destino no se hallan muy distantes y son casi invariables, como ocurre generalmente al construir las grandes presas de fábrica y de escollera.

Algunos perfeccionamientos introducidos en los aparatos de maniobra de las compuertas y la disposición adoptada en la presa de Roosevelt para obtener la impermeabilidad en las del sistema Stoney.

Elección de las mamposterías ciclópeas, con proporción reducida de los huecos que ha de ocupar el mortero para las presas de fábrica, sobre todo cuando la cantera que ha de utilizarse permite obtener con facilidad bloques de gran tamaño y relativamente regulares.

Empleo del hormigón con grandes cantos embebidos en la masa para la construcción de macizos importantes, singularmente en los casos en que se dispone de cemento barato y las ventajas obtenidas compensan el inconveniente de la reducción de densidad que ofrece aquella fábrica, comparada con la mampostería ordinaria ó ciclópea.

Adopción de las bóvedas para constituir presas de embalse en gargantas muy estrechas.

Pantanos laterales situados en vaguadas secundarias á aquella por donde corren las aguas de alimentación, ó en depresiones más ó menos acentuadas, que á veces se encuentran en los terrenos llanos ó entrelanos, cuando esta solución no resulta más costosa que la de los embalses en el valle principal, ó cuando el exceso de coste viene compensado con la ventaja que representa la reducción en el volumen anual de aterramientos probables.

La disposición general de varias presas de derivación y los medios ideados en algunas para reducir la proporción de arrastres en las aguas derivadas.

Varias disposiciones de detalle, tales como las que se en-

cuentran en algunos saltos de canales para amortiguar los efectos de la caída del agua, la de turbinas y bombas en un mismo eje, empleada en un salto del canal de Huntley, la agrupación en una misma estructura, cuando á ello se presta el terreno, de las tomas de acequias, pasos superiores y saltos de un canal, etc.

El empleo de arenas artificiales obtenidas por la trituración de rocas duras, cuando resulta más económico que el de las arenas naturales.

La atención que empieza á prestarse á los efectos que producen las variaciones de temperatura sobre las grandes estructuras de fábrica.

Organización y procedimientos administrativos.—Refiérese este grupo de observaciones, principalmente, á la organización y procedimientos adoptados por la Administración federal para llevar á cabo las disposiciones de la ley de 17 de Junio de 1902. Los puntos que merecen tenerse en cuenta son los siguientes:

La organización del Servicio federal de obras de riego, fundada en la especialidad de las funciones del personal, con la elasticidad suficiente para adaptar aquél á las necesidades de cada momento, aun á costa de lo que pudiera llamarse la uniformidad y rigidez de la distribución.

El carácter esencialmente técnico que se ha impreso á todo el Servicio, sustrayéndolo á formulismos y rutinas burocráticas que lo entorpecerían y esterilizarían.

Los proyectos estudiados por etapas y perfeccionamientos sucesivos, y además por partes, cuando es posible. Adopción de programas á que ha de someterse la redacción de aquéllos, fijados por comisiones consultivas especiales nombradas al efecto.

Informes de las comisiones, previo examen del terreno en la mayor parte de los casos.

Intervención en las comisiones de los autores de los proyectos é Ingenieros Jefes y, cuando es preciso, de Ingenieros especialistas.

Amplia publicidad de los trabajos y gestión del Servicio federal de obras de riego, incluyendo las Conferencias que de tiempo en tiempo se celebran.

La ejecución de los proyectos más importantes por partes, cuando es posible, y por perfeccionamientos sucesivos, dentro siempre del criterio de reducir los gastos iniciales en armonía con una bien entendida economía.

La aceptación del concurso de los futuros regantes, en forma de trabajo, durante la construcción, como medio de pago del canon que ha de exigirse por el riego, según se ha hecho últimamente en algunos casos.

La forma de licitación en las subastas que se celebran para contratar la ejecución de las obras, que versa sobre los principales precios unitarios que al efecto se señalan.

El suministro del cemento á los contratistas, por parte de la Administración, en las obras importantes ó delicadas.

La redacción de los proyectos en que entran obras de hormigón armado, en forma análoga y por los mismos procedimientos que se emplean para la generalidad de los demás.

Aspecto social y económico de la empresa.—Desde el punto de vista de los intereses sociales y económicos á que el acometimiento de una gran empresa afecta, son dignos de llamar la atención en la de extender los riegos en los Estados Unidos, los siguientes puntos:

Las disposiciones que tienden á conseguir que los regantes vivan en las fincas que cultivan.

La tendencia á crear fincas pequeñas cultivadas por sus propietarios y á favorecer al pequeño regante, convirtiéndolo en terrateniente. De cuantas medidas se han adoptado en los Estados Unidos sobre estas materias, acaso sean éstas las que envuelven mayor trascendencia social.

La constitución de un fondo especial destinado á la construcción de las obras de riego que ha de ejecutar el Gobierno nacional, nutrido con recursos propios, procedentes unos de la venta de terrenos, y otros, del canon que han de pagar los regantes

á título de restitución del capital adelantado para construir las obras.

El criterio de la utilidad que se presume han de reportar éstas, como base de la elección de las que deben emprenderse.

La fijación integral de los derechos relativos de los usuarios de una misma corriente de aguas, en virtud de los títulos de cada uno.

La inspección activa y eficaz del Poder público en la administración y aprovechamiento de las corrientes naturales de agua.

Las medidas de policía y el empleo de medios destinados á prevenir pérdidas inútiles y á obtener del agua el máximo rendimiento posible, compatible con un prudente respeto á todos los derechos adquiridos y consolidados por un uso razonable y beneficioso.

La cooperación activa que las Empresas ferroviarias prestan á las de implantación de nuevos riegos.

La colaboración social con que las Cámaras de Comercio, la banca, la prensa y otras entidades contribuyen al logro del mismo fin.

El cometido social, al par que técnico y económico, confiado á los Ingenieros del Servicio de obras de riego, á fin de que contribuyan, por todos los medios de que dispongan, á vencer las dificultades de muy diversa índole que suelen ofrecerse en la implantación de aquel medio perfeccionado de cultivo.»

*
* *

Este es el interesante libro, del cual hemos copiado en números anteriores varios de sus capítulos, y, en el de hoy, su resumen general.

Cuajado de datos y observaciones personales, denota el trabajo intenso desarrollado por los autores en el corto espacio de tiempo de que dispusieron; así se comprende que muchas veces el descanso de las fatigas del día visitando las obras lo hiciesen en los trenes que les transportaban á gran velocidad de una región á otra. Los funcionarios del Gobierno, los Ingenieros y las Corporaciones de todas clases les colmaron de atenciones; los autores, por su parte, dada su competencia, dejaron bien sentado el nombre de España y de nuestro Cuerpo; por cartas recibidas de aquel país hemos podido apreciar el lisonjero juicio que el libro les ha merecido, encontrando en él algunos puntos de vista en que su atención no se había fijado y reconociendo que constituye una perfecta síntesis de la materia de que trata.

El libro, como decimos, demuestra el cumplimiento de la misión confiada á sus autores sobre el terreno, y prueba también su cuidadoso celo en difundir lo que vieron, para enseñanza de todos. Cumpliendo así, pueden y deben darse Comisiones oficiales.

La exposición de las materias tratadas se hace con una bien escogida distribución de rasantes intelectual, para no fatigar al lector y sostener su interés.

Las figuras intercaladas son muy claras, destacándose las líneas esenciales que conviene conocer, sin minucias de detalle inútiles para el objeto; muchas de las fotografías, esmeradamente fotográfadas, se tomaron directamente por los autores al visitar las obras.

Muy bien entendido el resumir cada capítulo, subrayando en la memoria del lector los extremos á destacar de aquél, ideas fundamentales sacadas á plena luz, que jalonan la obra y se engarzan á su vez en el resumen final.

Es un libro que honra á sus autores, los distinguidos Ingenieros de Caminos Sres. Nicolau y Puig de la Bellacasa, á quienes enviamos nuestro sincero aplauso.

P U E N T E S

Observaciones sobre la estabilidad de los viaductos.

(CONTINUACIÓN)

Si despreciamos las reacciones producidas por la rotación de los planos de arranque en los arcos, tendremos también:

$$Q_4 = K\alpha_4$$

$$Q_3 = K(\alpha_3 - \alpha_4)$$

$$Q_2 = K(\alpha_2 - \alpha_3)$$

$$Q_1 = K(\alpha_1 - \alpha_2)$$

$$Q = K'(\alpha + \alpha')$$

suponemos que la bóveda sobrecargada si se agrieta es porque K' puede ser diferente de K .

Del mismo modo

$$q_3 = h\alpha_3$$

$$q_2 = h_1\alpha_2$$

$$q_1 = h\alpha_1$$

$$q = g\alpha$$

h y h_1 corresponden al punto de aplicación situado en el vértice de las pilas ordinarias ó pilas estribos, y g al punto de aplicación próximo de la mitad de la altura.

Podemos escribir todas las cantidades en función de Q_4 , particularmente.

$$Q_1 = Q_4 \left(1 + \frac{4h + 2h_1}{K} + \frac{2h^2 + 3hh_1}{K^2} + \frac{h^2h_1}{K^3} \right)$$

$$\frac{K}{Q} q = K\alpha = Q_4 \left(4 + \frac{6h + 4h_1}{K} + \frac{2h^2 + 4hh_1}{K^2} + \frac{h^2h_1}{K^3} \right)$$

del mismo modo hacia la izquierda

$$Q'_1 = Q'_3 \left(1 + \frac{h + 2h_1}{K} + \frac{hh_1}{K^2} \right)$$

$$\frac{K}{g'} q' = K\alpha' = Q'_3 \left(3 + \frac{2h + 2h_1}{K} + \frac{hh_1}{K^2} \right)$$

y

$$Q = K'\alpha + K'\alpha' = \frac{K'}{K} Q_4 (4 + \dots) + \frac{K'}{K} Q'_3 (3 + \dots)$$

Pero sabemos que qz depende poco de z , por lo tanto, sensiblemente

$$qz = q'z' = \frac{4}{5} P_1 d_1$$

y

$$q + Q_1 = q' + Q'_1$$

por lo tanto,

$$\frac{g}{K} 2Q(4 + \dots) = \frac{g'}{K} z' Q'_3 (3 + \dots)$$

y

$$Q \left(1 + \frac{4g}{K} + \dots \right) = Q'_3 \left(1 + \frac{3'g}{K} + \dots \right)$$