Año XXXVI Buenos Aires, Noviembre de 1932 No. 697

La Ingeniería

Organo Oficial del Centro Nacional de Ingenieros
Publicación Mensual

Director

Ing. Carlos M. Palacio

Sumario

Notas de Redacción

Conferencia Mundial de la Energia ..... pag. 457

Ciclo de Conferencias del Centro Nacional de Ingenieros

La utilización del Rio Colorado por el Ing. Civil *Rodolfo E. Ballester* ..... » 440

Grandes arcos de caracter monumental. El Puente sobre el Puerto de Sydney - por el Ing. Civil *José M. Zavalla Carbó* ..... » 454

La soldadura en las construcciones civiles - por el Ing. Civil *Arturo A. Guzmán.* (conclusión) ..... » 470

Bibliografia

Libro recibido ..... » 480

Ingeniería Industrial

Nota sobre el uso de fosfatos alcalinos en la corrección de aguas para calderas - por el Dr. en Quimica *Carlos F. Hickethier* ..... » 481

La Dirección de LA INGENIERIA sólo se responsabiliza por las opiniones vertidas en las Notas de Redacción.

LA UTILIZACION DEL RIO COLORADO

por el Ingeniero Civil Rodolfo E. Ballester

Conferencia pronunciada el dia 27 de Octubre en el Salon de Actos del Centro Nacional de Ingenieros

Las márgenes de los ríos han sido siempre el lugar de asiento de poblaciones. Las más antiguas ciudades del universo tienen su historia común con la del río que pasa a sus puertas. Todas nuestras capitales de provincia fueron fundadas a orillas de un río. El Colorado no ha tenido esta preferencia. Dos pequeñas poblaciones: Fortín Mercedes y Buena Parada se establecieron en los últimos cuarenta años, pero su importancia ha sido pequeña para el conjunto de poblaciones de la República y muchas veces es difícil encontrarlas en un buen mapa.

La utilización del río Colorado comenzó a preocupar en la época de la organización nacional como medio de comunicación para penetrar en el desierto. Pasar en reseña estos primeros propósitos, indicar la evolución habida y mostrar los conocimientos que tenemos de las posibilidades económicas de su utilización es el objeto que he tenido al preparar este resumen. Han de resultar muchas páginas en blanco, evidencia de mi ignorancia o de lo mucho que hay todavía por hacer en este, como en otros tantos lugares del país.

He querido cumplir además con la inquisitoria invitación de la Comisión de Conferencias del Centro, organizadora de estas reuniones, a la cual le agradezco la fina atención de brindarme esta tribuna.

ANTECEDENTES HISTORICOS

Estanislao Zeballos escribe en vísperas — 1878 — de la expedición Roca al río Negro, su libro "La Conquista de Quince Mil Leguas" (2) (1). Dedica un capítulo al río Colorado, del cual dice que "Ha pasado casi desapercibido de los hombres de ciencia que han visitado los territorios del Sud, a términos que no se conoce más que una sola expedición que lo haya remontado a su interior", y que hay una carencia de estudios y de datos sobre sus accidentes e importancia.

En esa época existían, según Zeballos, estos ante-

(1) Los números entre paréntesis se refieren a la lista bibliográfica que figura al final.

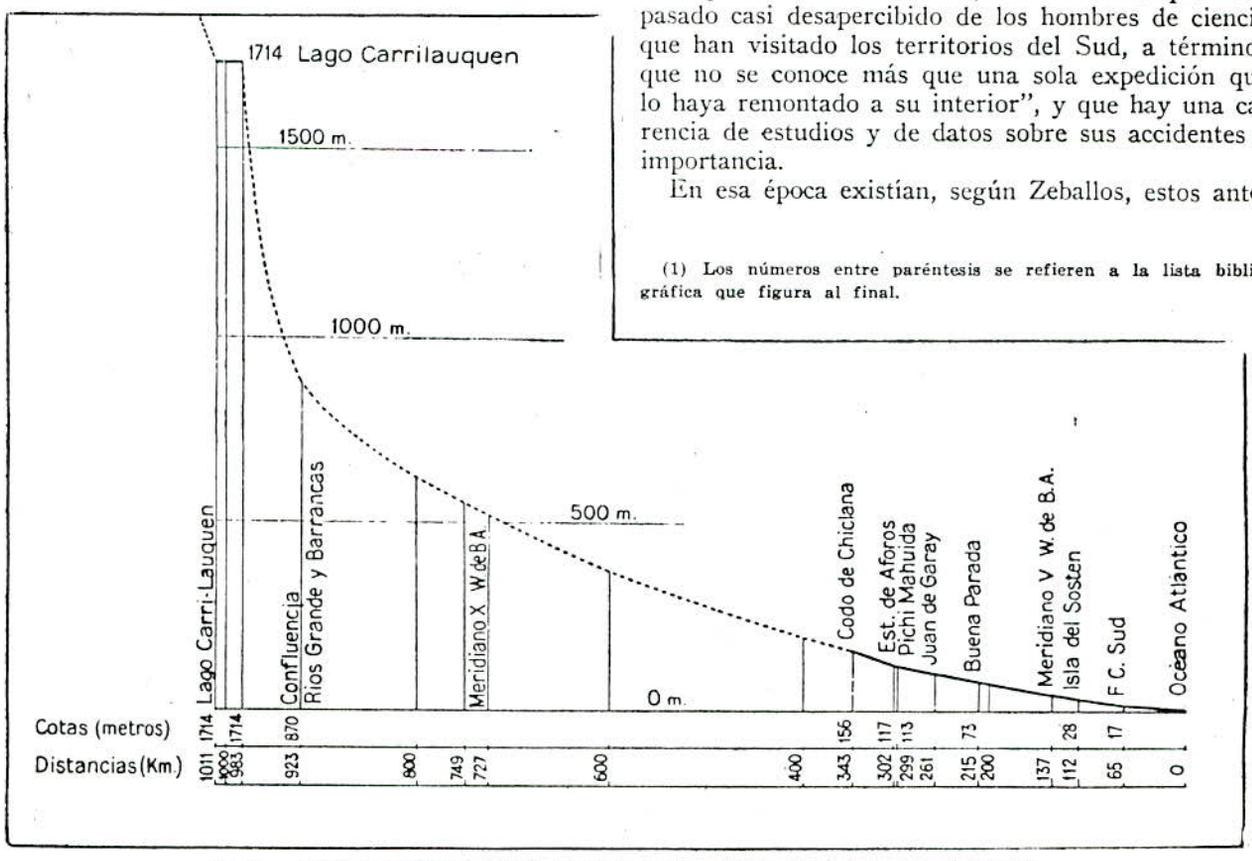

Fig. 1 — Perfil longitudinal del río Colorado desde el Lago Carrí Lauquen al Atlántico.

cedentes: 1º Un estudio hecho en 1870 por el ingeniero Emilio Rosetti (1), uno de los profesores fundadores de nuestra Facultad, para un ferrocarril a Chile por el Paso del Planchón. En ese estudio aparece un mapa del río Grande hasta su confluencia con el Barrancas para formar el Colorado, y 2º: los datos de la expedición al desierto de 1833, de la cual queda como dato hidrográfico principal de la carta levantada por el coronel Feliciano Chiclana. Pobre es el plano, pero él sirvió de guía a la expedición de Roca para cruzar la travesía del Colorado al Negro.

Zeballos analiza las consecuencias económicas que tendrá la ocupación del río Negro, y las ventajas que significará la navegación de sus ríos, participando en una comisión con nuestros primeros ingenieros Don Luis A. Huergo y Don Guillermo White para informar al gobierno sobre los barcos apropiados. En la copiosa documentación que acompaña al libro figura una comunicación del Comandante Olascoaga, quien habla de la posibilidad de navegar el Atuel, Chadí Leuvu y Colorado.

En 1879 se efectúa la expedición al río Negro y la cartografía adelanta con el resultado de la ocupación. Olascoaga publica el "Estudio Topográfico de la Pampa y Río Negro" (3 y 4) con una carta general.

Conquistado el desierto nacen los propósitos de utilización de los ríos. En 1896 Don Angel Floro Costa y Compañía (6) se presentan al Congreso pidiendo la concesión para construir un canal de navegación desde San Rafael (Mendoza) hasta el Atlántico, pasando por el Atuel, Chadí Leuvu y Colorado, al que unían un pedido de tierras para colonizar, solicitud que mereció despacho de la Comisión de Obras Públicas de la Cámara de Diputados.

El ingeniero Luis A. Huergo publicó en 1902 su obra "Navegación Interna de la República Argentina" (7). Dedica un capítulo al sistema del Colorado y hace ver la falta de estudios serios de la empresa Costa antes citada, para fundamentar la concesión que solicita. Analiza el informe del ingeniero Cipolletti (8) publicado dos años antes, que preparado bajo el punto de vista exclusivo del regadío, no toma en cuenta para nada la navegación. Expresa que sin ésta no habrá riego útil por falta de vías de comunicación, manifestando que deben combinarse y que debe construirse un canal de navegación

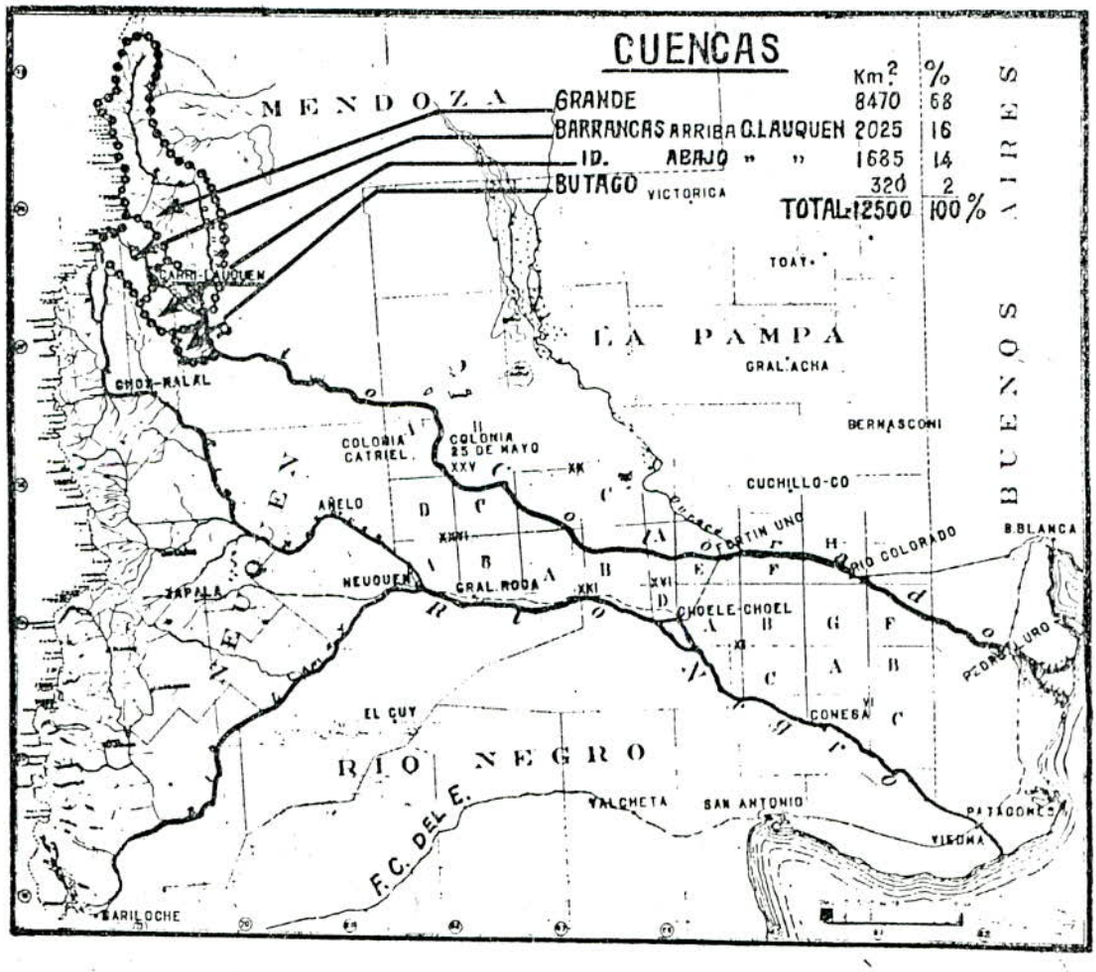

Fig. 2 — Cuencas de alimentación del río Colorado.

del río Colorado a Bahía Blanca.

Para mejorar el régimen del río Colorado indica la conveniencia de aumentar el embalse natural del lago Carri-Lauquen, lo que permitirá derivar canales de alimentación hacia los ríos Chadí Leuvu y Curaco.

En la misma época, 1901, el coronel M. J. Olascoaga publicó un folleto titulado "Topografía Andina" (5), en el que propone la construcción de un ferrocarril de Mendoza a Norquin, pasando por San Rafael y Chos-Malal. Poco tiene respecto a hidrografía y su propósito principal es afianzar la población de la región que cruzaría.

En 1898, el presidente Roca y ministro Civit ordenan al ingeniero César Cipolletti la preparación de un estudio sobre los ríos Negro y Colorado para su aprovechamiento en el regadío. Su trabajo titulado "Estudios de Irrigación Ríos Negro y Colorado" (8) se publica al año siguiente y contiene las informaciones más precisas sobre los valles aprovechables del río Colorado y las primeras estimaciones de su caudal.

En 1904 el ingeniero Eduardo Huergo solicitó del Congreso de la Nación una concesión para explotar un canal de navegación y riego del río Colorado a Bahía Blanca, que tenemos entendido no fué tratada.

En 1908, volviendo a la idea de la empresa Costa, se dictó la Ley 5564, que autorizaba al Poder Ejecutivo para practicar los estudios necesarios para hacer navegables los ríos Desaguadero, Salado y Arroyo Curaco, desde las lagunas de Guanacache hasta el río Colorado, para embarcaciones de porte no menor de trescientas toneladas. Dos años después, el ingeniero Pedro Genta presentó un informe sobre el reconocimiento efectuado, del cual dedujo el ingeniero Mercau la imposibilidad técnica, comercial y económica de la construcción del canal de navegación, objeto de la Ley.

De los afluentes del Salado, sólo el Atuel presentaba en aquel entonces una mayor permanencia de caudal debido a su escasa utilización en el regadío, circunstancia que ha cambiado fundamentalmente a la fecha por los extensos aprovechamientos que hoy se hacen.

Finalmente, en 1910, el ingeniero Genta (10) presentó al Congreso Científico Internacional Americano una memoria proponiendo un canal de navegación del Colorado a Bahía Blanca.

La utilización primera del Colorado tendió hacia la navegación de su curso y el de su afluente Curaco y se explica por la penuria de las largas travesías desprovistas de agua y hasta de pasto suficiente para las caravanas. La extensión del ferrocarril, y la mejora de las comunicaciones con el establecimiento de algunos puentes sobre su curso, ha hecho desaparecer la primera tendencia, dirigiéndose hoy su aprovechamiento hacia el regadío, al que deberá unirse la generación de energía hidráulica. Antes de establecer los alcances de estas utilizaciones, conviene dar un vistazo a la característica topográfica general y al régimen hidráulico del curso.

LA CUENCA DEL COLORADO

El Colorado recibe el desagüe de un frente de unos doscientos kilómetros de alta cordillera de los Andes, por medio de sus afluentes: los ríos Grande y Barrancas. Desde la confluencia de estos corre hacia el mar con un desarrollo de novecientos treinta kilómetros aproximadamente, sin recibir prácticamente ningún afluente. A veces, llega por el Curaco a la altura de Pichi-Mahuida un hilo de agua, que cada día se hace menos importante con la extensión de los riegos con los ríos de San Juan y Mendoza, que son las fuentes originarias de tal afluente. Pero este hilo de agua es tan insignificante que no puede computarse en el régimen general del Colorado. Si el Colorado lo medimos en metros cúbicos por segundo, con las mismas cifras, pero en litros por segundo, mediríamos el Curaco.

El área de cuenca de aporte inmediato al Colorado alcanza a unos doce mil quinientos kilómetros cuadrados, medida sobre la carta 1:500.000 del Instituto Geográfico Militar y así distribuida: (Fig. 2).

Río Grande	8.470 Km²	=	68 %
„ Barrancas	3.710 „	=	30 %
„ Butaco	320 „	=	2 %
Total	12.500 Km²	=	100 %

He llamado de "aporte inmediato" la superficie citada, porque si bien es cierto que altimétricamente se extiende mucho más, comprende zonas áridas, de escasísimas lluvias y de derrame prácticamente nulo.

El río Barrancas tiene intercalado en su curso un lago hoy muy reducido: el Carri-Lauquen, cuya área de cuenta afluente es de dos mil veinticinco kilómetros cuadrados, es decir un 16 % de la cuenca total.

Las áreas de cuenca dadas muestran la importancia relativa de los dos grandes afluentes del Colorado, pero quizá no es esta una medida de la potencialidad hidrológica de cada uno de ellos. El río Grande recibe el desagüe de unos 150 kilómetros de cordillera de altitud media de 3.000 metros sobre el nivel del mar, con abundante acumulación de nieve en invierno. El Barrancas recibe el desagüe de unos 25 Km. de alta cordillera y después, 50 Km. de la sierra de Cochicó y Cordillera del Viento, de me-

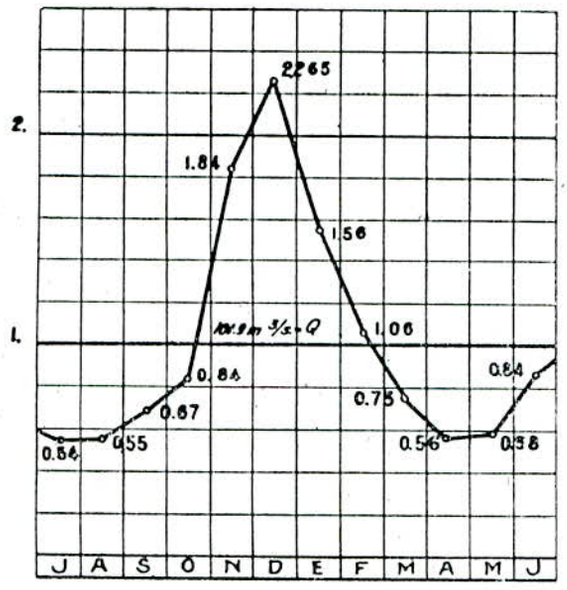

Fig. 3 — Variación de los caudales medios mensuales con respecto al módulo anual. Año 1929-30.

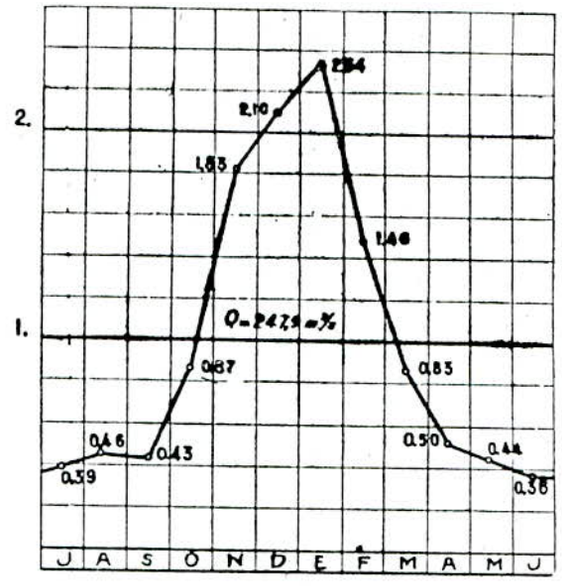

Fig. 4 — Variación de los caudales medios mensuales con respecto al módulo anual. Año 1930-31.

nor altitud general que la parte semejante que desagüa al río Grande, que debe presentar indudablemente un derrame unitario menor.

Nada puede decirse sobre cantidades de lluvia o nieve caída, por falta de pluviómetros o nivómetros en toda la extensión de la cuenca.

La cuenca es toda de formación esencialmente volcánica, de escasísima vegetación, y semejante a la parte de cordillera en Mendoza y San Juan.

LA REGION CRUZADA

A partir de su origen en la confluencia del Barrancas y Grande, el Colorado cruza la dilatada meseta patagónica, en una longitud de 930 Km., con lluvias medias anuales de 180-200 mm. hasta el límite de la Provincia de Buenos Aires, donde aumenta algo hasta unos 500 mm.; promedio de diez años en Pedro Luro, pero con extremos de mínima de 220 mm.

En la primera parte de su recorido forma valles variables de anchura hasta un máximo de una legua, pasa por lechos de piedra en su curso intermedio y en su parte inferior corre entre albardones y se divide en brazos para volcarse al mar. La altura de la meseta circundante es menor que la semejante del río Negro, haciendo factibles las derivaciones para regadío de la misma.

EL REGIMEN DEL RIO

El río Colorado presenta un régimen tipicamente estival y semejante a los ríos de Mendoza y San Juan. En Noviembre y Diciembre se producen los mayores caudales, provenientes del derretimiento de las nieves. En Mayo y Junio se producen los mínimos. Las figuras 3 y 4 muestran las variaciones mensuales reducidas al módulo anual como unidad y se ve la regularidad de su movimiento. Una figura corresponde a un módulo anual de 101 m^3/seg. y otra a uno de 247 m^3/seg. (Figs. 3 y 4).

ESCALAS HIDROMETRICAS

En 1902, la Dirección Meteorológica colocó la primera escala hidrométrica en Buena Parada (11) sobre el puente del ferrocarril del Sud. Sus observaciones se han continuado prácticamente sin interrupción, pero el lecho móvil del río en ese punto ha hecho difícil resumir y comparar sus anotaciones por falta de mediciones sistemáticas del caudal.

En 1918, la misma oficina, colocó otra escala en el puente carretero de Pichi-Mahuida, con lecho de roca firme, y en 1928, la Dirección de Riego instaló agua arriba de Pichi-Mahuida una estación permanente de aforos, cuyas observaciones comparadas con las de Pichi-Mahuida, permiten dar hoy una idea general del régimen y potencialidad del río Colorado.

MODULO DEL RIO

Tomando el año hidrológico de Julio a Junio para facilitar las comparaciones, encontramos en un período de 13 años (1918 a 1931) un módulo de 141 metros cúbicos por segundo con extremos de módulo anual mínimo de 53 metros cúbicos por segundo y de máxima de 249 metros cúbicos por segundo. (Fig. 5).

Para una utilización agrícola directa sin embalse estas cifras tienen poco valor indicativo. Por esto se ha establecido el gráfico que nuestra las variaciones mensuales del caudal, y su frecuencia de ocurrencia en el período de observación. (Fig 6).

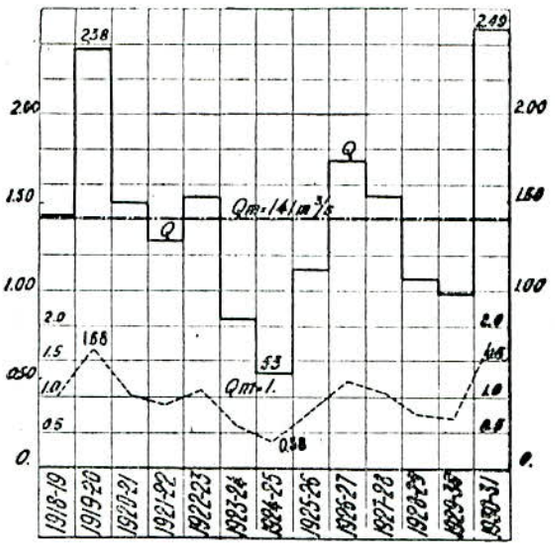

Fig. 5 — Módulo anuales del río de Julio de 1918 a Julio de 1931.

Las líneas extremas muestran los caudales medios mensuales, máximos y mínimos, registrados desde Julio de 1918 a Junio de 1932 para la estación de Pichi-Mahuida, con prescindencia del año en que se han producido. En el mismo gráfico se han trazado líneas indicadas con 95, 75, 50, 25 y 5 % de duración de estos caudales mensuales, que se han establecido dibujando un diagrama de duración para cada mes y tomando los porcentajes indicados con la base de los catorce años analizados.

Estas curvas de duración de los caudales medios mensuales, no pueden, — dado el plazo que abarcan — dar valores absolutamente seguros, pero sí una indicación primera para fijar el alcance de los aprovechamientos, porque existe mucha tierra susceptible de ser regada y un caudal del río que puede calificarse de escaso.

Si tomáramos la curva de 95 % de permanencia de caudales, encontramos para los meses críticos de Septiembre y Octubre 54 y 74 metros cúbicos por segundo, que representarían los máximos disponibles, salvo durante 5 % del tiempo que pueden bajar a 51 y 62 respectivamente.

Para el caso de estudio de aprovechamiento de energía hidráulica, la curva general de duración de los caudales medios mensuales nos da una idea más completa del régimen del río. La curva vale para el período de observación, pero dado el tiempo abar-

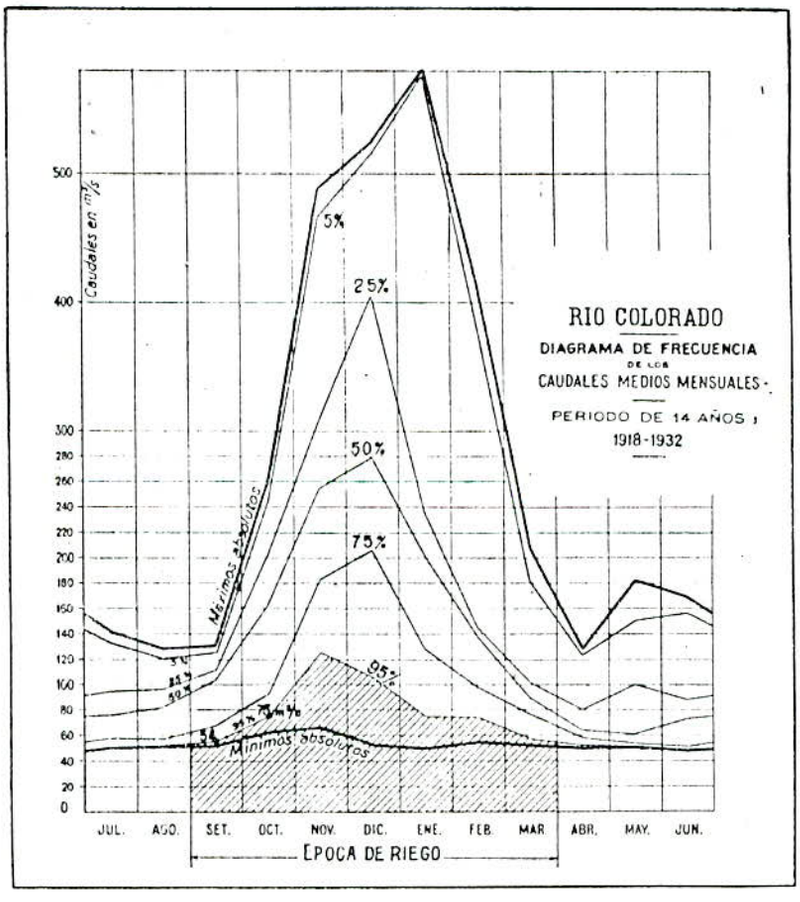

Fig. 6 — Diagrama de frecuencia de los caudales medios mensuales de Julio de 1918 a Junio de 1932. Se muestran los extremos absolutos registrados y los porcentajes de permanencia de caudales medios mensuales.

cado (14 años) los apartamientos que pueden producirse en un período más largo (25 años, por ejemplo) no variarán fundamentalmente las conclusiones.

El gráfico preparado (fig. 7), muestra los siguientes valores:

Caudal *mínimo característico* disponible durante 95 % del tiempo	52	m³/seg.
Caudal disponible durante 75 % del tiempo	66	„
Caudal *semipermanente*, es decir, disponible durante 50 % del tiempo ..	102	„
Caudal disponible durante 25 % del tiempo	170	„
Caudal *máximo característico* .. 5 % ..	400	„
Caudal mínimo absoluto .. 100 % ..	46	„
Caudal máximo absoluto	583	„
Módulo del período	141	„

Todas estas cifras, salvo el módulo, se refieren a *caudales medios mensuales*, es decir que dentro del mes hay variaciones de la media dada. Para un estudio de detalle convendría trazar la curva de duración de caudales diarios para establecer con mayor precisión el régimen del curso.

Cabe hacer notar en las cifras anteriores la diferencia entre el *módulo* y el caudal semipermanente, y la frecuencia menor de aquel. Esta diferencia siempre existe en estas curvas y su relación es hasta cierto punto una medida de la irregularidad del curso, tendiendo a la unidad para un río de caudal constante para todo el año, o para el caso de que la curva de duración fuera una recta.

La curva de duración nos permite determinar la potencia teórica que podríamos desarrollar creando un salto en el río por medio de una presa o derivación. Para cada metro de caída creada, tendríamos una potencia teórica de:

9,8 x 52 m³/seg. x 1,00 m. = 509,6 Kilovatios, permanente durante 95 % del tiempo.

9,8 x 102 m³/seg. x 1,00 m. = 999,6 Kilovatios, permanente durante 50 % del tiempo.

Es decir que con la base del caudal semipermanente tendríamos una potencia teórica de 1.000 Kilovatios por cada metro de altura de caída creada, y la mitad de esta potencia en forma prácticamente permanente.

Esta forma de cálculo y unidades de potencia son los seguidos por la Conferencia Mundial de la Energía, para el inventario de energías hidráulicas, y adoptadas por la Comisión especial creada por este Centro con el propósito de hacer una estimación para la Argentina.

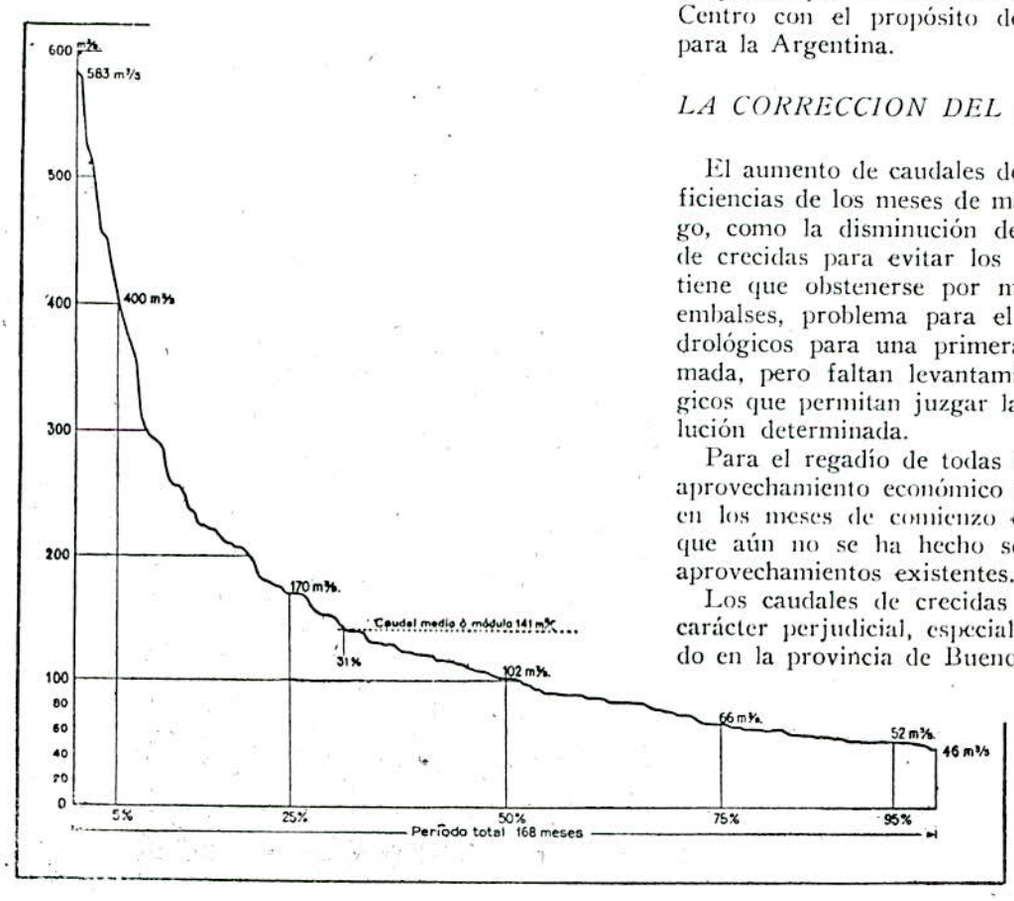

Fig. 7 — Curva de duración de los caudales medios mensuales. Julio 1918 a Junio 1932. Pichi Mahuida.

LA CORRECCION DEL REGIMEN DEL RIO

El aumento de caudales del río para suplir las deficiencias de los meses de mayor exigencia en el riego, como la disminución de los mismos en épocas de crecidas para evitar los desbordes inundantes, tiene que obstenerse por medio de la creación de embalses, problema para el cual existen datos hidrológicos para una primera determinación aproximada, pero faltan levantamientos y estudios geológicos que permitan juzgar la factibilidad de una solución determinada.

Para el regadío de todas las áreas susceptibles de aprovechamiento económico habrá escasez de caudal en los meses de comienzo de primavera, necesidad que aún no se ha hecho sentir, por los reducidos aprovechamientos existentes.

Los caudales de crecidas asumen ya, en cambio, carácter perjudicial, especialmente en el valle situado en la provincia de Buenos Aires, donde a quince

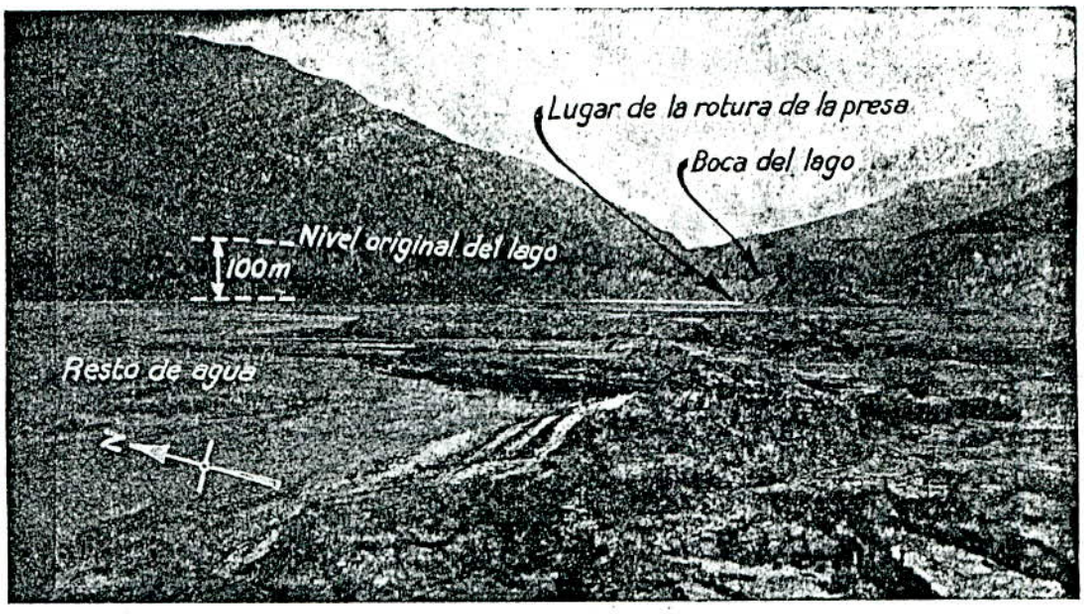

Fig. 8 — Lago Carri Lauquen mirando hacia el lugar de ruptura. En esta parte la profundidad alcanzaba a 100 m.

leguas de la desembocadura, el río comienza a dividirse en brazos y a menudo desborda inundando campos bajo cultivo.

Se atribuye hoy un aumento de la magnitud de las crecidas, a la desaparición del lago Carri-Lauquen, ocurrida en la tarde del día 29 de Diciembre de 1914, por derrumbe de la presa natural que formaba el embalse del Lago.

EL LAGO CARRI-LAUQUEN

En el río Barrancas, a unos sesenta y cinco Km. de la confluencia con el río Grande, se encontraba el lago Carri Lauquen, formado por una presa natural que cerraba el valle. Según Cipolletti (8), año 1898 (pág. 130), "el desagüe del lago se efectúa " por un emisario de 15 m. de ancho, en medio de

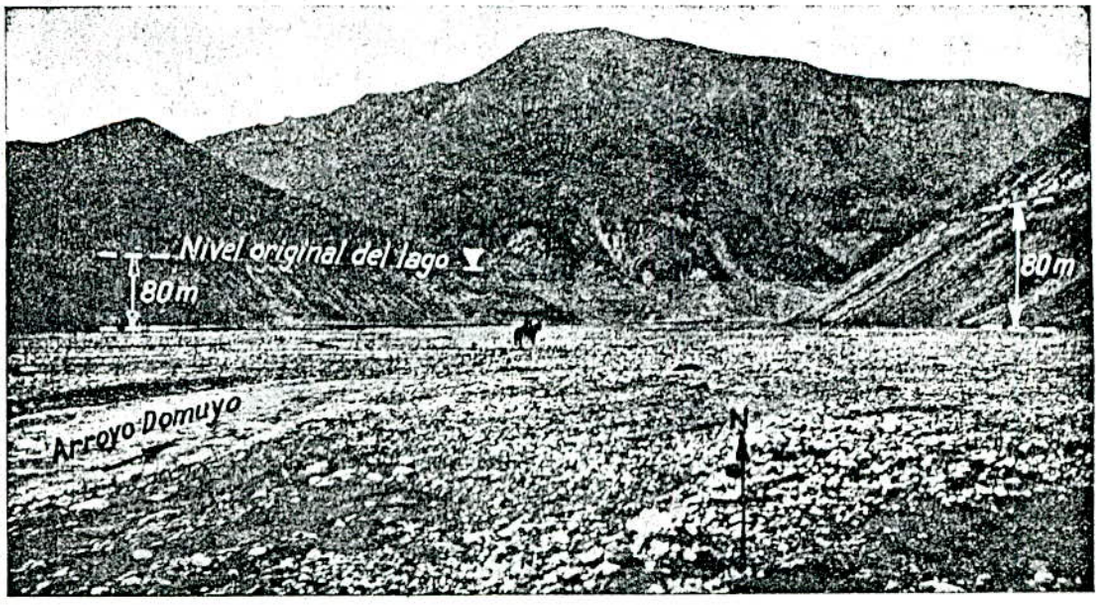

Fig. 9 — Parte central del lago Carri Lauquen en la desembocadura del arroyo Domuyo, vista hacia el N. El lago tenía en esta parte alrededor de 80 m. de profundidad.

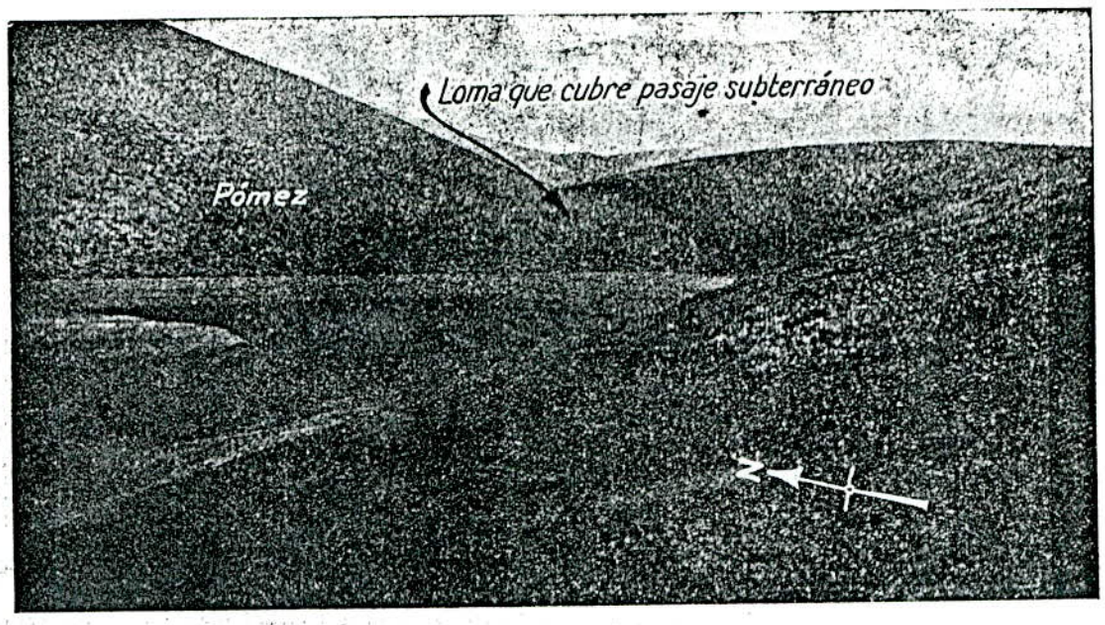

Fig. 10 — Fuentes del río Barrancas. La Laguna Negra que desagua a través de un pasaje subterráneo en la extremidad Sud.

" un valle de 500 m., precedido por una larga ex-
" tensión de pantanos y ciénagas impracticables y
" limitado por altas barrancas. La velocidad del agua,
" a su salida del lago, o mejor, al salir de la parte
" pantanosa y lacustre, es bastante fuerte y el cau-
" ce se encuentra cubierto de grandes piedras."

Cipolletti, teniendo en cuenta los meses críticos, dió los lineamientos para utilizar este lago como embalse suplementario, mediante un rebajamiento del umbral de salida y una obra de retención de 15 m. de altura que pudiera permitir una almacenamiento de las aguas de verano.

El invierno de 1914 fué muy lluvioso en la región. El río Neuquén alcanzó en Junio caudales importantes y en la cuenca del Colorado debieron acumularse grandes cantidades de nieve. El derretimiento de verano hizo afluir grandes caudales al lago, y la erosión de su umbral lo arrastró totalmente, precipitando valle abajo una formidable ola de crecida, que arrasó las pocas poblaciones y que causó en la parte hasta el límite de La Pampa, una pérdida de unas 180 vidas.

Al producirse el derrumbe, el río Colorado se encontraba crecido. La escala hidrométrica de Buena Parada marcaba 3,70 m. el 29 y 30 de Diciembre de 1914; y las alturas mayores a que ha llegado, excluyendo la crecida por rotura del lago, han sido entre 3,80 y 3,85 m.

A raíz del desastre fué examinado el lugar por el geólogo doctor Pablo Groeber (13) y por el ingeniero de estudios del F. C. del Sud., Mr. Sidney Blencowe (14). (Figuras 8 a 10).

Ambos coinciden en atribuir la formación del lago al desmoronamiento de los cerros vecinos, que obstruyeron el curso del río. Blencowe recoge la tradición local que atribuye un siglo o siglo y medio a su formación, pero Groeber lo estima muy antiguo. Blencowe estima que el desagüe del lago se producía a través del macizo del derrumbe y que el aumento de presión acrecentó la velocidad y produjo el arrastre, lo que explicaría la descarga brusca que se produjo del caudal. Groeber estima que el aumento del espejo de agua produjo mayor erosión superficial, arrastrando después todo.

La magnitud de la masa de agua descargada se aprecia del volumen del lago, estimado entre 2.000 y 2.800 millones de metros cúbicos, con una profundidad de 110 metros en la salida del lago y de 80 metros en su parte central. Recordemos a título comparativo que el mayor embalse de la república, el del río Tercero, tiene 560 millones de capacidad.

Blencowe llegó en su investigación a las fuentes del Barrancas y encontró la laguna Negra, de 7 Km. de largo por 1 Km. de ancho, con una capacidad de 425 millones de metros cúbicos, cuyo desagüe se hace al Barrancas, a través de un manto de lava, y además, en condiciones más o menos iguales la laguna Fea.

Existiendo posibilidades de que pueda repetirse el fenómeno, aconsejó una vigilancia periódica y extensión del telégrafo a esa región, que hoy no lo tiene. Además, Groeber propuso aumentar la sección de salida del paqueño lago restante, para evitar nuevas acumulaciones de material, que causaran un almacenamiento.

La crecida de carácter catastrófico originada por la rotura de la presa natural del lago, causó daños importante agua abajo (Fig. 11). La vía del ferro-

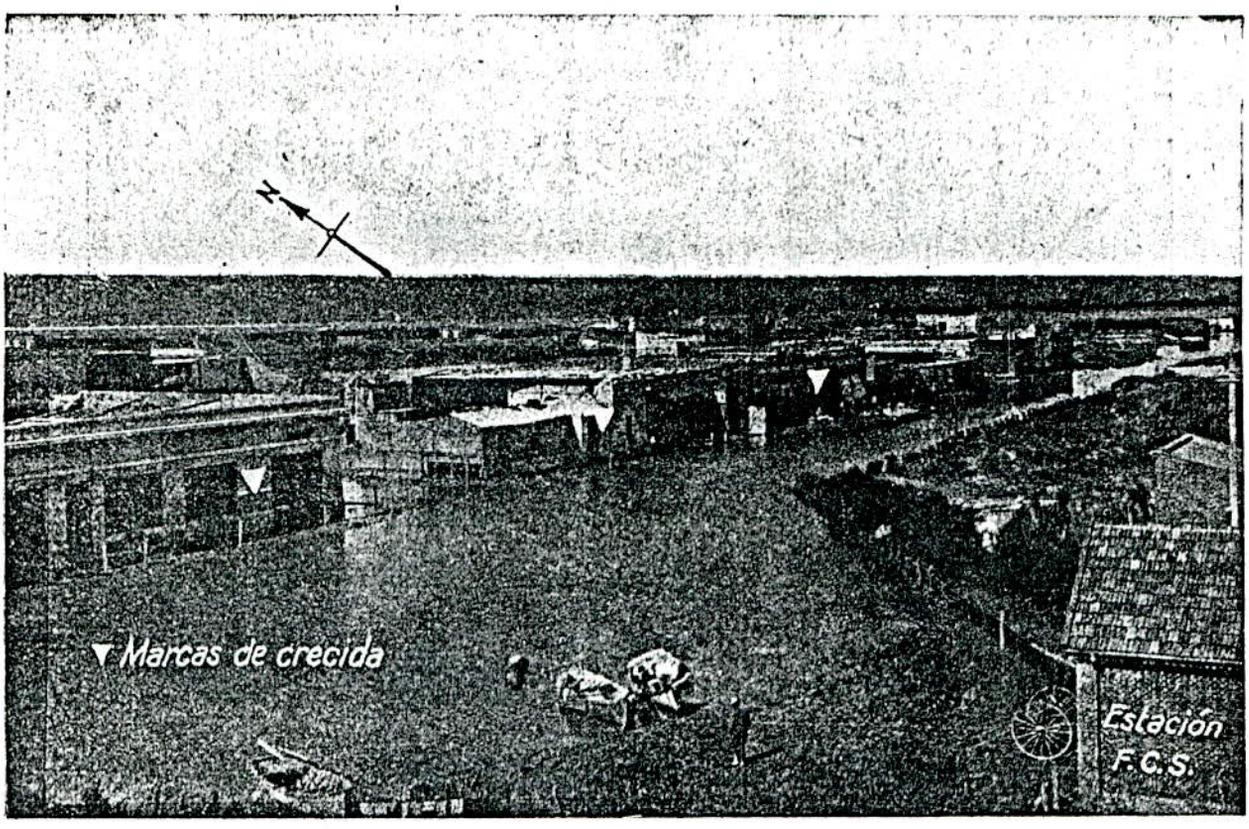

Fig. 11 — Pueblo Río Colorado visto hacia el N. E. desde la estación del F. C. Sud, con las marcas de la crecida producida por el desborde del lago Carri Lauquen, Enero 1915.

carril del Sud a lo largo del Colorado fué cortada en varios puntos, motivando una suspensión del servicio de trenes durante un plazo de tres semanas. En el puente de cruce sobre el río, las aguas estuvieron a 1,45 m. *sobre los rieles,* cuando en crecidas importantes el agua sólo alcanza a 2,50 m. *bajo los rieles.*

En los primeros trescientos kilómetros desde el Carri Lauquen hasta la Colonia 25 de Mayo la ola de creciente se trasladó a razón de 16,6 Km. por hora o sean 4,6 metros por segundo. (14).

LA RESTAURACION DEL LAGO CARRI-LAUQUEN

En los años 1926 y 1930 las crecidas de verano alcanzaron valores altos, produciéndose inundaciones especialmente en el tramo bajo de la Provincia de Buenos Aires. Se ha hablado con ese motivo de la restauración del Lago Carri-Lauquen, como mejor medio de atenuar estas crecidas y disminuir sus perjuicios.

El análisis de las cifras de las cuencas afluentes hace ver que tendría poca influencia en la atenuación de crecidas la reconstrucción de la presa de Carri-Lauquen, desde que su propia cuenca llega sólo a 16 % del área total, quedando entonces preponderante en el Colorado el régimen sin contralor del río Grande.

Por otra parte, la construcción de una presa de cualquier tipo que se elija para restaurar la natural derrumbada, en un lugar de 1.700 m. de altitud, sin comunicaciones ferroviarias, ni carreteras practicables para carros o camiones, resultará de un costo excesivamente alto, aun descontando condiciones geológicas favorables para fundación y emplazamiento, que deben establecerse con la mayor certeza. Se trata de una región volcánica en actividad relativa y sujeta a temblores.

La construcción de un embalse en el curso mismo del Colorado, encontrando un emplazamiento apropiado, ofrecerá ventajas bajo el punto de vista de la regulación más completa de su régimen. Estos emplazamientos deben buscarse a la altura de Fortín Uno y Pichi Mahuida. En estas partes, el lecho del río presenta roca apropiada para fundación, pero faltan datos para determinar la capacidad disponible de embalse. Probablemente a unas dos leguas agua arriba de Fortín Uno se encuen-

tra la mejor ubicación.

Creando el embalse en estos puntos, se tendría la ventaja de su proximidad a la zona de utilización de mayor caudal, y en el caso de producir fuerza hidráulica, se tendría el mercado de consumo de Bahía Blanca, a una distancia factible para el transporte de la energía (270 Km.).

LOS MEDIOS DE COMUNICACION

El curso del Colorado y sus afluentes es pobre en comunicaciones, y pobre en recursos generales. Recorrer el valle o el curso de extremo a extremo, requiere hoy día en ciertos trechos preparativos indispensables para asegurar el éxito.

Hay tres puentes carreteros que cruzan el río: uno en Fortín Mercedes, que a veces queda impracticable por los desbordes del río en el valle, otro en Buena Parada, cerca de la estación Río Colorado del F. C. del Sud, y el tercero frente a la estación Pichi Mahuida del F. C. Sud. Estos dos últimos no están afectados por inundaciones de sus accesos.

Sobre el río Grande en la provincia de Mendoza existe un puente en el camino de Malargüe al sud. En los demás lugares, el cruce del río se hace por medio de balsas de funcionamiento más o menos permanente.

El F. C. del Sud cruza el valle en la Provincia de Buenos Aires con su ramal de Bahía Blanca a Patagones, y lo recorre longitudinalmente desde río Colorado a Fortín Uno, en un trecho de 120 Km. con su ramal de Bahía Blanca al Neuquén.

De Fortín Uno aguas arriba, no hay ferrocarril, ni telégrafo, ni caminos, sólo huellas o senderos que van alternativamente por el valle o la meseta. Las comunicaciones de la zona de los valles se hacen hacia el Sud con el río Negro o con la región del Neuquén.

Hay algo que es indispensable llevar a esta región, por razones de progreso de la población y hasta por razones estratégicas primordiales, y es el telégrafo. De haber existido telégrafo cuando se produjo el derrumbe de la presa del Carri-Lauquen, el aviso telegráfico hubiera salvado muchas vidas. La noticia fué llevada por chasque desde la Comisaría de Barrancas hasta Chos Malal y desde aquí fué el aviso telegráfico a las poblaciones del valle

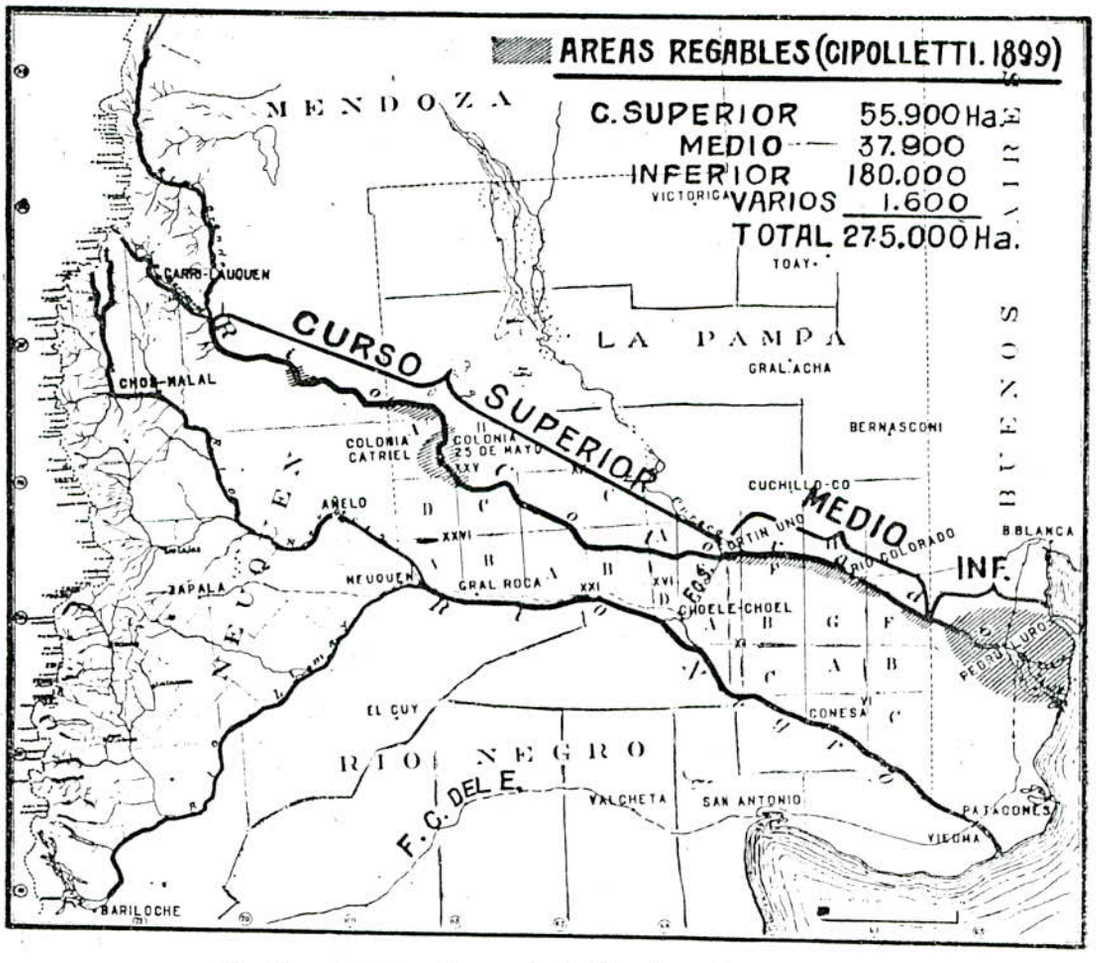

Fig. 12 — Areas regables con el río Colorado, según el informe del ingeniero Cipolletti (1899).

inferior. Con todo ello, no se impidió que la inundación, que cubrió las vías del ferrocarril en muchas partes, sorprendiera trenes en circulación.

LOS VALLES Y MESETAS DEL COLORADO

Los valles y mesetas adyacentes al río Colorado podemos dividirlas geográfica y económicamente en tres partes; que corresponden al curso superior, medio e inferior del río.

En el tramo superior desde las nacientes hasta el codo de Chiclana, cerca de Fortín Uno, los valles son las únicas superficies utilizables, y alcanzan extensiones de cierta importancia recién a partir del meridiano X Oeste de Buenos Aires, límite de la Pampa con Mendoza y de los territorios de Río Negro y Neuquén. Hacia el Oeste el río corre encajonado, dejando pequeños valles. El río Grande, participa también de esta característica. Las zonas o mesetas adyacentes tanto en la parte montañosa como en la de llanura son áridas, sin vegetación utilizable, y fuera en general del alcance del riego con derivaciones económicas del río.

Otra característica es la falta de comunicaciones, ni siquiera hay telégrafo. A las colonias Catriel y 25 de Mayo se accede por la estación Cipolletti, con 22 leguas de travesía entre los ríos Negro y Colorado. A la zona de la confluencia del Grande y Barrancas se accede por Chos Malal o por Malargüe, Mendoza.

La parte media podemos considerarla entre Fortín Uno y el Meridiano V Oeste de Buenos Aires, con 200 Km. de curso del río, de los cuales en 120 Km. corre paralela la línea del F. C. del Sud, de Bahía Blanca al Neuquén, con cinco estaciones en el trayecto.

En este tramo se presentan valles que requieren obras sencillas para ser regados. La meseta circundante a ambos lados es relativamente baja como para que pueda ser alcanzada con derivaciones del río. La del Sur es más regular en su topografía, que la del Norte, en la cual aparecen profundas depresiones y cadenas de médanos. Con todo exigen tramos muertos de canal de alimentación de longitudes gran-

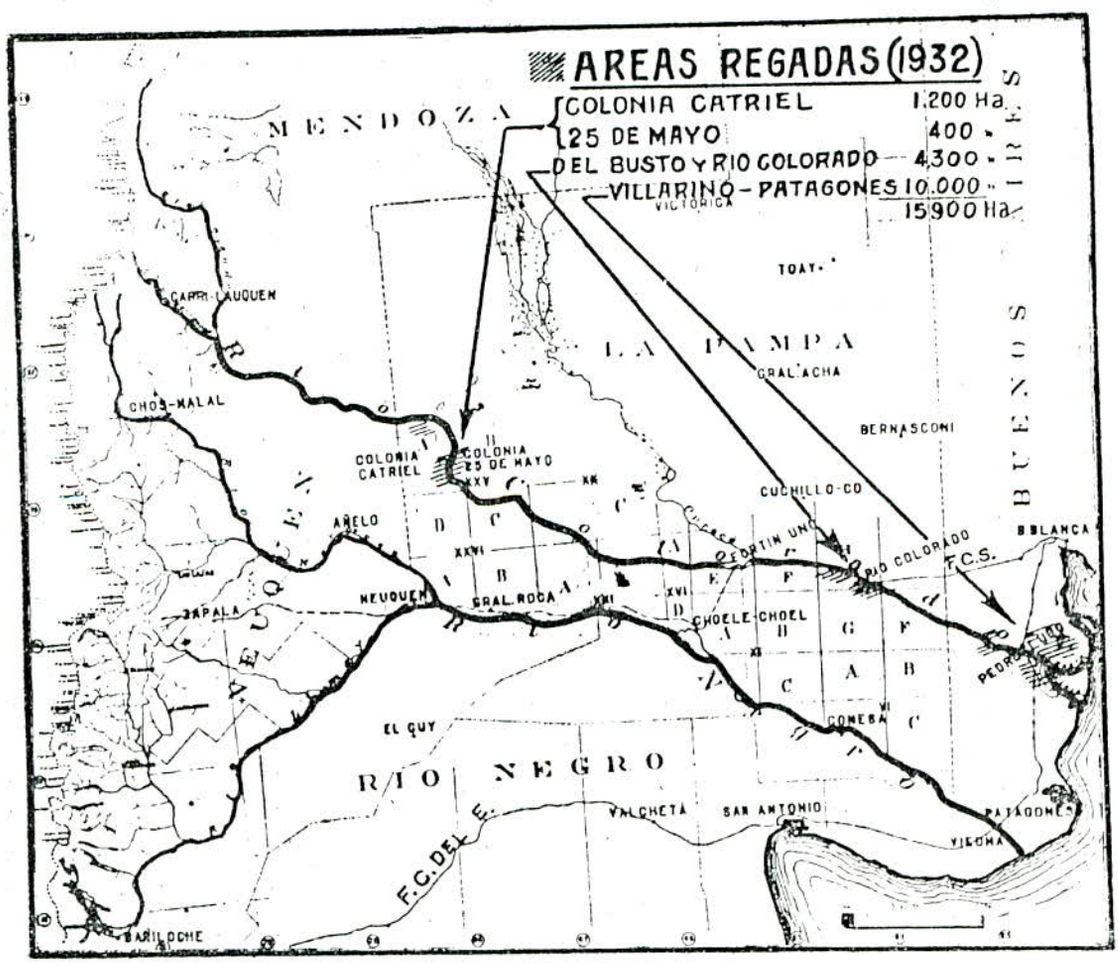

Fig. 13 — Areas regadas en 1932, según estimación general, pues no hay estadística.

des, que encarecerán el costo del riego. Estas mesetas presentan una *posibilidad* de regadío, pero su probabilidad de aplicación es remota, por el costo y por las condiciones agronómicas del suelo de las mesetas, que es muy pobre en humus, comparado con el de los valles.

Este tramo cuenta con comunicación ferroviaria buena, pero en una explotación intensiva se requerirá un ramal desde la estación Río Colorado hacia el Este.

Finalmente el tramo desde el Meridiano V hasta el mar, es el que presenta condiciones más favorables para la extensión del ragadío, y es la parte en la cual se encuentran hoy las mayores extensiones regadas.

En este tramo las mesetas se identifican suavemente con el valle y los canales con muy poco desarrollo pueden dominar extensiones grandes. Las tierras son agronómicamente las mejores de todo el valle, pero en cambio se presenta el problema de los desbordes de inundación. A partir de la isla del Sostén (100 Km. de la desembocadura) el río corre entre albardones y con su nivel de crecida a veces más alto que los valles circundantes. El lecho es inestable, dividido en brazos, cuya importancia y cuya capacidad se modifica de una crecida a otra con los depósitos aluvionales que transporta el río, y por las obras de cierre o desviación que ejecutan los usuarios de la corriente. Los nombres de río Colorado viejo, río Colorado nuevo con que se designa a dos brazos principales, desde tiempo atrás, confirman el carácter divagante de la corriente. Como precisamente en estas partes es donde se encuentran las tierras más ricas y más aprovechadas, ahí se hace sentir con mayor intensidad los perjuicios de los caudales inundantes.

La defensa de estas inundaciones es obra demasiado importante para que pueda ser acometida por la acción particular, y así lo ha expresado ya el ingeniero Fernando Segovia, quien ha construído varias obras de regadío en la zona (12) y quien se ha ocupado de esta cuestión.

LAS AREAS UTILIZABLES Y LAS REGADAS

Cipolletti dió (8), pág. 150, la primer estimación de las áreas aptas para cultivos en el valle del Colorado, que agrupadas de acuerdo a la división antes expuesta, resulta la siguiente (Fig. 12):

Curso superior	55.900	Ha.
„ medio	37.500	„
„ inferior	180.000	„
Valles varios pequeños	1.600	„
Total	275.000	Ha.

Hubiera deseado confirmar o rectificar esta cifra después de treinta y tres años de establecida, pero no me ha sido posible por falta de antecedentes. Ni el Gobierno de la Nación, ni los de la Provincia de Buenos Aires, ni la de Mendoza (Río Grande), han hecho estudios o investigaciones con tal objeto. Los propietarios particulares que han obtenido concesiones de uso de agua para riego, se han limitado a presentar los planos o, a veces, una simple descripción del terreno que deseaban regar. Existen estudios privados, pero limitados siempre a áreas reducidas, que no se han hecho públicos y que no me ha sido posible consultar.

Igual cosa ocurre para presentar una estadística fidedigna de las áreas actualmente bajo riego. Una estimación personal me ha llevado a las siguientes cifras (Fig. 13):

Tramo superior:

Colonia Catriel (R. N.)	1.200	
„ 25 de Mayo (P.)	400	1.600

Tramo medio:

Est. del Busto (Duhau) y estación „ Río Colorado)	4.300

Tramo inferior:

Alrededores de las estaciones Ascasubi, Pedro Luro y Pradere	10.000
Total Ha.	15.900

Como se ve, la superficie mayor utilizada se encuentra en el valle inferior. En el partido de Villarino, margen izquierda, el F. C. Pacífico, entonces a cargo de la linea Bahía Blanca y Nord Oeste, hizo preparar con el ingeniero Yorke Elliot (15) un proyecto de riego que serviría una superficie de 80.000 hectáreas, parte de las cuales ya estaban bajo riego, con canales parciales particulares. Este proyecto debía llevarse a cabo bajo las estipulaciones de la Ley 6546 por medio de las empresas ferroviarias, pero terminado en 1915 en el comienzo de la guerra europea, quedó sin iniciarse. La acción particular ha suplido en parte aquel proyecto con nuevas utilizaciones parciales, que adolecen de falta de coordinación de conjunto, coordinación que ese proyecto establecía, y que es indispensable especialmente bajo el punto de vista del establecimiento de los desagües en terrenos cuya topografía hace difícil su trazado.

En el Partido de Patagones, margen derecha, se han ejecutado obras y estudios de carácter particular, por el ingeniero Fernando Segovia (12) entre otros, pero también sin la base de un plan de conjunto.

Este plan se hace imperioso establecerlo, no sólo por la mejor utilización, sino por la defensa de las inundaciones a que está sujeta esta sección del valle. Terraplenes o desviaciones que defienden a unos, perjudican a otros, retardando el progreso por falta de confianza recíproca general.

EL DESARROLLO DE NUEVOS REGADIOS

Los regadíos actuales de los valles del Colorado obedecen en su explotación y características a tipos diferentes, impuestos esencialmente por las distancias a mercados de consumo y por su mismo origen o comienzo.

En el valle superior de Colonias Catriel y 25 de Mayo, se cultiva alfalfa para semilla y para engorde de hacienda, en áreas grandes, es decir, sin fraccionamiento para colonización.

En el valle medio (estaciones del Busto y Río Colorado) se ha hecho cultivo más intensivo con viñedos y frutales, y parcelamiento o colonización en pequeñas chacras en la última estación.

En el valle inferior, la explotación principal ha sido, puede decirse, extensiva para cultivo de semilla de alfalfa y engorde de hacienda, con algún fraccionamiento en chacras pequeñas, pero muy reducido.

De estas tres zonas, la inferior es la más indicada para la ampliación de los regadíos, por su ubicación con respecto a los mercados de consumo, por sus comunicaciones y por el costo menor de las obras requeridas.

Hay otra razón económica propia de la misma. Muchos de estos campos fueron dedicados a cultivos de cereales en secano, con fuertes gastos de desbosque del campo virgen. Estos cultivos han resultado un fracaso económico, debido a los bajos rendimientos obtenidos a causa de la escasez o mala distribución estacional de las lluvias. Un estudio del agrónomo M. Conti (16), publicado por la Facultad de Agronomía, muestra que en la región de Bahía Blanca — donde el cultivo del trigo comenzó en 1918 a extenderse en las proximidades de las líneas férreas, — no es posible obtener una producción suficiente, y que sólo *una vez en diez años* se ha tenido una distribución adecuada de lluvias. Por ello califica a los cultivos de secano de esa zona como una explotación pasiva para la economía general de la Nación. Dicho estudio comprende lugares como Ascasubi y Pedro Luro, dominables ambos con canales derivados del río Colorado.

Muchos de los campos están hoy bajo el peso de obligaciones hipotecarias contraídas en la época en que se creyó que el cultivo en secano de cereales y alfalfa podría permitir el pago del servicio del capital, pero que se ha hecho muchísimo más intenso con la baja general de los productos.

Parte o todo de ese capital se podrá recuperar mediante la transformación de secano en regadío, pero con el establecimiento de un tipo de riego que siga las características del que actualmente se hace.

Los primeros canales iniciados en 1886 por los señores Luro, tuvieron como finalidad servir de abrevaderos para la explotación de hacienda que ahí se hacía. Paulatinamente los canales abrevadores se ampliaron para la formación de alfalfares con el mismo objeto de explotación ganadera y con resultados económicos satisfactorios.

Este es tipo de regadío que convendrá extender por el momento. Una explotación intensiva en fracciones pequeñas, tropezará en la época actual con serias dificultades económicas. Las obras que se requieren, la preparación del terreno, las instalaciones y plantaciones insumirán un capital muy grande para un rendimiento inicial muy bajo. Sería además entrar en competencia con zonas próximas como la del río Negro, que sufre como todo el país las consecuencias de la crisis mundial.

La extensión de los regadíos actuales con probabilidades económicas de éxito es un problema muy vasto. Se requieren entidades de colonización para ayuda del colono en los primeros tres a cuatro años y se requiere *colono propietario,* condición fundamental de éxito en la explotación de riego, quien reciba la tierra a un precio bajo, desprovisto de la inflación especulativa que ha hecho sentir su influencia con particular intensidad en las tierras de regadío.

CONCLUSIONES

Con lo expuesto, he pretendido dar una idea general sobre la utilización actual del río Colorado y sobre los problemas técnicos y económicos que plantea la extensión de sus aprovechamientos. Las conclusiones generales que de ello podrían deducirse, son a mi juicio las siguientes:

1º—El río Colorado en su estado actual, sin obras de regularización, permite poner bajo riego una superficie de unas setenta mil hectáreas.

2º—En el orden de conveniencia económica, los valles del tramo inferior deben considerarse en primer término, con un tipo de regadío y colonización apropiada de costo inicial muy reducido.

3º—La regularización del régimen del río Colorado debe estudiarse y realizarse en primer término para disminuir los caudales de crecidas que inundan los valles inferiores, y en segundo término, para el aumento de caudal en el comienzo de la primavera, que es de notoria deficiencia para el caso de aprovechamiento de todas las superficies regables.

En el plan de regularización con embalses debe consderarse la producción de energía hidráulica como contribución a la financiación de las obras.

4º—Por las jurisdicciones nacionales y provinciales a que está sujeto el río Colorado, es indispensable en el estudio una acción coordinada del Gobierno Nacional y los gobiernos de provincia. Las fuentes principales del río Colorado están en la Provincia de Mendoza, cuyo derecho al uso de las aguas debe considerarse. El Gobierno de la Nación tiene además un interés económico inmediato, como que garante las operaciones del Banco Hipotecario Nacional en todo el país, y que en la zona del Colorado ha acordado préstamos importantes bajo previsiones de producción que no se han podido cumplir.

Los estudios necesarios, que insumirían poco dinero, serían la base para propender al desarrollo y afianzar la economía de la zona de influencia de Bahía Blanca.

BIBLIOGRAFIA

(1) **Ing. Emilio Rosetti.** — Informe sobre la practicabilidad de un ferrocarril trasandino en dirección al Paso llamado del Planchón. 24 pp. y dos mapas. Buenos Aires, 1870. Imprenta "El Siglo".

(2) **Zeballos E. S.** — La Conquista de Quince Mil Leguas. Estudio de la Traslación de la Frontera de la República al Río Negro. Segunda Edición. 489 pp. y planos. Buenos Aires, 1878. Establecimiento Tipográfico a Vapor de "La Prensa".

Contiene un capítulo sobre el río Colorado, págs. 141-60 y una reproducción del plano de Chiclana.

(3) **Olascoaga M. J.** — La Conquéte de La Pampa. Recueil des Documents Rélatifs a la Campagne du Río Negro, etc., CIV 303 pp. y un mapa. Buenos Aires, 1881. Imprimerié du Courrier de La Plata.

(4) **Olascoaga M. J.** — Estudio Topográfiço de La Pampa y Río Negro, comprende el itinerario, etc., con siete vistas, un retrato y un plano. Segunda Edición. Buenos Aires, 1881. Editores, Ostwald y Martínez.

Esta obra es el original de la traducción francesa antes citada.

(5) **Olascoaga M. J.** — Topografía Andina. Ferrocarril Paralelo a Los Andes como Fomento de Población y Seguridad. 5 planos y 132 páginas. Buenos Aires, 1901. Imprenta Lito y Enc. de Jacobo Peuser.

(6) **Angel Floro Costa.** — La Canalización de la Pampa Central de la República Argentina. 93 pp. y planos, texto en español e inglés. Montevideo, 1897. Imprenta "Al Libro Inglés".

Expone el proyecto del canal de navegación desde las cercanías de San Rafael (Mendoza) hasta la caleta Brightman, próxima a Bahía Blanca, y regadío de tierras en su trayecto.

(7) **Luis A. Huergo.** — Navegación interna en la República Argentina. 433 pp. Buenos Aires, 1902. Imprenta de "La Revista Técnica".

El capítulo IV, pp. 127-177 trata del sistema de los ríos San Juan, Desaguadero, Nuevo Salado, Chadí-Leuvu, Curaco y Colorado.

(8) **César Cipolletti.** — Estudios de Irrigación. Río Negro y Colorado. (Anexo a la Memoria de Obras Públicas). XIX - 342 pp. y planos. Buenos Aires, 1899. Establecimiento Tipográfico de "La Revista Técnica". Capítulos sobre el río Colorado: IX, XII y XIV.

(9) **Santiago Roth.** — La Construcción de un Canal de Bahía Blanca a las Provincias Andinas Bajo el Punto de Vista Hidrogeológico. Revista del Museo de La Plata. Tomo XVI, Segunda serie, tomo III, págs. 171 a 203. 1909.

(10) **Ing. Pedro Genta.** Canal del Río Colorado a Bahía Blanca. Congreso Científico Internacional Americano, 1910. Tomo II, pág. 658-60. Buenos Aires, 1912.

(11) **Lange Gunardo.** — Río Negro y sus Afluentes. Estudio Hidrométrico y Proyecto de Obras de Regularización. 72 pp. y planos. Buenos Aires, 1904. Talleres de Publicaciones de la Oficina Meteorológica Argentina.

Contiene fecha de instalación de la escala en el río Colorado.

(12) **Ing. Fernando Segovia.** — "Obras de Riego en el Colorado". Campo de los señores Pradére Hermanos. "La Ingeniería". Buenos Aires, Año XVIII. Diciembre 14 de 1914. Páginas 554 a 561.

(13) **Groeber Pablo.** — Informe sobre las causas que han producido las crecientes del Río Colorado (Territorio del Neuquén y La Pampa), en 1914. 29 pp. y planos. Dirección General de Minas, Geología e Hidrología. Boletín Nº 11, Serie B (Geología). Buenos Aires, 1916.

(14) **Blencowe Sidney.** — Crecidas del río Colorado. Exploración de sus fuentes. Informe para el F. C. del Sud. 1915. (No publicado).

(15) **Elliot Yorke.** — Proyecto de riego para 79.000 hectáreas en el Colorado inferior, preparado por orden del F. C. Buenos Aires al Pacífico. Buenos Aires, Año 1915. (No publicado).

(16) **I. Agrónomo Marcelo Conti.** — Un aspecto de la crisis triguera. El límite ecológico del cultivo del trigo en la República Argentina. Facultad de Agronomía y Veterinaria. Boletín Nº 7. 18 pp. Buenos Aires, 1930.

(17) **Provincia de Buenos Aires.** — Mapa Hidrogeológico de la Provincia. Levantamiento del Partido de Villarino. Originales en escala 1:50.000 y 1:20.000. En el Ministerio de Obras Públicas de la Provincia (1910 - 12). (No publicado).

(18) **Dirección General de Minas, Geología e Hidrología. Ministerio de Agricultura.** — Mapa Geológico General de la República Argentina. Escala 1:200.000. Hoja 31 c. 1926. Hoja 30 c. 1927.