

BIBLIOTECA CENTRAL
MINISTERIO DE AGRICULTURA, GANADERÍA Y PESCA

MINISTERIO DE AGRICULTURA Y GANADERIA

PRESIDENTE DE LA NACION

GENERAL DE EJÉRCITO JUAN PERON

MINISTRO

ESCRIBANO NACIONAL CARLOS A. HOGAN

SUBSECRETARIO

INGENIERO AGRÓNOMO SANTIAGO BOAGLIO

SECRETARIO GENERAL

DOCTOR ARMANDO V. LAGO

REPUBLICA  ARGENTINA

MINISTERIO DE AGRICULTURA Y GANADERIA

ESTUDIO GENERAL DEL PROBLEMA
DEL RIEGO Y SU TECNICA EN LA
PROVINCIA DE MENDOZA

POR LOS INGENIEROS AGRONOMOS

ANGEL C. STURA y JORGE ALFREDO LUQUE

PUBLICACION MISCELANEA N° 395

BUENOS 1954 AIRES

ESTUDIO GENERAL DEL PROBLEMA DEL RIEGO Y SU TECNICA EN LA PROVINCIA DE MENDOZA

POR LOS INGENIEROS AGRÓNOMOS ANGEL C. STURA y JORGE A. LUQUE (1)

ANTECEDENTES

Cuyo, zona privilegiada del país por el racional aprovechamiento de sus ríos, incluye en su panorama agrario prósperos estados provinciales. Así, Mendoza y San Juan, ricas provincias cuyanas y centros de una economía estable y pujante, asientan su potencial agropecuario en la sistematización de los ríos andinos. Estos bajan de la cordillera e irrigan sus fértiles valles y llanuras, merced a una acción ordenada y racional del factor humano que, con su visión y su labor tesonera, ha creado y establecido definitivamente, en poco más de cincuenta años, una asombrosa red circulatoria de canales que alcanza a fertilizar en el presente alrededor de 300.000 hectáreas, en lo que se refiere a Mendoza.

De tal modo, la región que climáticamente se define como desértica y que como tal se aprecia en las tierras no regadas —con una lluvia media anual que no sobrepasa los 250 milímetros—, es hoy un fuerte baluarte de la producción agrícola nacional.

Se desprende de ello que el agua de riego constituye, sin lugar a dudas, la base de la prosperidad, tanto en ésta como en todas las regiones irrigadas sistemáticamente, y que su eficaz distribución es la clave de progreso y bienestar. Creemos, al efecto, que para lograr un racional empleo y una sistematización equitativa de esta riqueza, se necesita cierta cultura de hidráulica y agronomía, no sólo de las autoridades inmediatas que entienden su manejo, sino también del mismo "regante" que la usufructúa, sustentada con el conocimiento de la solución de los problemas más simples que suelen presentarse comúnmente sobre el terreno, y que les atañe directamente.

BREVES ANTECEDENTES OROGENICOS, GEOGRAFICOS E HIDROLOGICOS

Estos antecedentes contribuyen a fijar la naturaleza y el régimen de los ríos, cuyo inteligente aprovechamiento es la razón de ser de la riqueza agraria mendocina. Por ello creemos oportuna su consideración.

(1) Delegado regional del Ministerio de Agricultura y Ganadería en Mendoza, y director de la Escuela Nacional de Agricultura "La Guevarina", de San Rafael, Mendoza, respectivamente.

El meridiano 69° de longitud oeste de Greenwich divide de este a oeste la provincia de Mendoza, aproximadamente en dos zonas básicas, de características propias: al oeste, la región montañosa de la cordillera y la precordillera, con cimas elevadas, donde se hallan las cuencas imbríferas de los ríos; al este del meridiano citado, la llanura de mayor extensión que descende paulatinamente, hasta unirse con la gran "pampa" argentina. En esta planicie, cruzada de vez en cuando por pequeñas serranías, con un gran desierto inhóspito en el centro, entre los ríos Tunuyán y Diamante, se desarrollan las mayores superficies aprovechables irrigadas. Hacia el sur, la división entre montaña, sierra y llano no está bien definida.

El suelo mendocino tiene dos pendientes en el sentido de las coordenadas: una, notablemente marcada, de oeste a este, y otra, más suave, de norte a sur.

El sistema andino, una fracción del cual ocupa gran parte del territorio occidental, sucintamente descrito, es el resultado de movimientos orogénicos del terciario, época reciente y que por ser tal permite relacionar las manifiestas vinculaciones entre orogénesis y vulcanismo, ya que muchas de las cumbres de esta región son volcanes apagados y algunos aun en esporádica actividad.

Estos movimientos, mencionados brevemente en su orden, comenzaron con procesos eruptivos de la era paleozoica (plegamientos silúrico, pérmico y otros), y dieron origen a la precordillera. Posteriormente la erosión desgastó estas montañas de manera considerable, las que se volvieron a formar en el terciario, al producirse la aparición de la Cordillera de los Andes (el geosinclinal andino), con su empuje correspondiente.

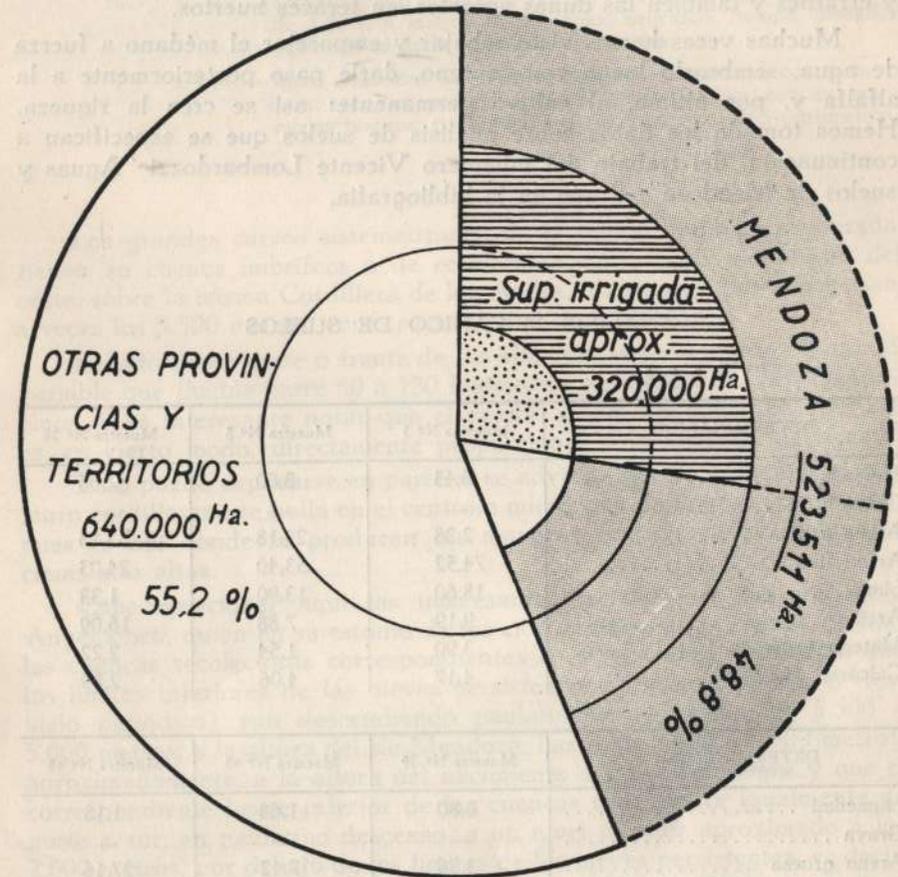
Gran parte del plegamiento precordillerano se halla debajo de la cordillera alta. Corroborando el tipo de formación de la gran Cordillera de los Andes, la cantidad de sedimentos de la era mezozoica, depositados aún con anterioridad y también en el jurásico, en el cretáceo, etc., antes del movimiento central, que hoy todavía se las encuentra a las mayores alturas. Hay abundancia de sedimentos marinos y sus formaciones.

De tal modo, una de las características principales de los ríos andinos y sus lechos (por razones geológicas y de formación, sucintamente expuestas) es, en general, la gran cantidad de depósitos de materiales sueltos, glaciares, aluvionales y productos de acarreo. Se ha producido así, desde las elevaciones de la región montañosa del oeste hasta la llanura del este, un intenso y abundante arrastre de material sólido, que dió como resultado un suelo agrícola, donde predominan el canto rodado (ripio), la grava y la arena.

Son comunes los embanques y es muy notable el desgaste que produce el agua, cargada de arcilla, arena y aún de grava y ripio, sobre todo en las crecientes periódicas. Cada año, para la época de "corta", hay que extraer de los canales, hijuelas y acequias, el abundante material acumulado.

Estudios realizados en los alrededores de la ciudad de Mendoza, establecen que a una profundidad media de cuatro a seis metros (y aun

SUPERFICIE EMPADRONADA CON DERECHO DE RIEGO DE LA PROVINCIA DE MENDOZA Y SU RELACION CON EL RESTO DEL PAIS



menos), comienzan los estratos mayores de cantos rodados, donde se observan capas de dicho material de acarreo y relleno de centenares de metros de espesor. Parece que estos estratos se presentan alternados con mantos de arena arcillosa, arena gruesa, grava, etc., saturados de agua.

Dado que climática y ecológicamente considerada esta región es en sí desértica, por fuerza la mayoría de sus suelos agrícolas deben ser pobres en materia orgánica y manifiestamente arenosos. Solamente la tesonera acción del hombre, que cuenta con un instrumento vital —el agua de riego—, ha permitido ir convirtiendo paulatinamente las tierras sueltas y errátiles y también las dunas agrestes, en feraces huertos.

Muchas veces hemos visto rebajar y emparejar el médano a fuerza de agua, sembrarlo luego con centeno, darle paso posteriormente a la alfalfa y, por último, al cultivo permanente: así se crea la riqueza. Hemos tomado los datos sobre análisis de suelos que se especifican a continuación, del trabajo del ingeniero Vicente Lombardozi "Agua y suelos de Mendoza", citado en la bibliografía.

ANALISIS MECANICO DE SUELOS

Gramos % s. s. s.

DETERMINACION	Muestra Nº 3	Muestra Nº 8	Muestra Nº 26
Humedad	6,43	3,00	7,66
Grava	—	—	—
Arena gruesa	2,38	23,18	53,13
Arena fina	74,52	53,40	24,03
Limo	18,60	13,90	1,33
Arcilla	9,19	7,88	16,09
Materia orgánica (C)	3,90	1,54	2,22
Calcáreo (CO ₂ Ca)	4,17	4,06	2,89

DETERMINACION	Muestra Nº 39	Muestra Nº 45	Muestra Nº 48
Humedad	6,80	1,68	1,18
Grava	—	—	—
Arena gruesa	3,56	7,42	27,16
Arena fina	38,03	46,96	38,67
Limo	22,47	20,50	13,00
Arcilla	29,42	17,50	18,00
Materia orgánica (C)	2,85	3,40	1,20
Calcáreo (CO ₂ Ca)	3,37	2,54	0,79

CARACTERÍSTICA Y SITUACIÓN DE LOS SUELOS:

- Muestra Nº 3. — Departamentos Las Heras - El Resguardo: viñedos, terreno alto, ligeramente ondulado; profundidad de la muestra: 0-30 centímetros.
- » » 8. — Departamentos Luján - Agrelo - Ugarteche: viñedos, suelo arenoso homogéneo; profundidad de la muestra: 30-60 centímetros.
- » » 26. — Departamentos Rivadavia - Los Arboles: viñedos; profundidad de la muestra: 30-60 centímetros.
- » » 39. — Departamento Lavalle: profundidad 0-30 centímetros.
- » » 45. — Departamento Tunuyán: terreno de frutales, agua subterránea de 1,30 a 4 metros. Suelo color negruzco, liviano, húmedo; profundidad de la muestra: 0-25 centímetros.
- » » 48. — Igual situación: suelo color castaño, consistencia compacta y dura; seco, se notan manchas de tierra grisácea, con incrustaciones blancas; profundidad de la muestra: 20-35 centímetros.

Los grandes cursos sistematizados de la región andina considerada tienen su cuenca imbrífera o de recolección en la zona montañosa del oeste, sobre la misma Cordillera de los Andes, a altitudes que sobrepasan a veces los 5.500 metros, como sucede en el río Mendoza.

El lado límite oeste o frente de las altas cimas presenta una longitud variable que fluctúa entre 50 a 130 kilómetros para todos los ríos mendocinos, y es interesante notar que el caudal medio del cauce en cuestión es, en cierto modo, directamente proporcional a la longitud del frente.

Esto puede explicarse en parte si se advierte que la situación de este muro cordillerano se halla en el centro o microzona de la gran recolección, pues es allí donde se producen las mayores precipitaciones, sobre las cimas más altas.

Cabe mencionar aquí las interesantes conclusiones del ingeniero Angel Forti, quien en su estudio de los ríos andinos, a los efectos de fijar las cuencas recolectoras correspondientes a estos cauces, encuentra que los límites inferiores de las nieves persistentes (donde comienza el deshielo periódico) van descendiendo paulatinamente, desde los 5.500 a 5.000 metros, a la altura del río Mendoza, hasta los 3.800 a 3.500 metros, aproximadamente, a la altura del nacimiento del río Barrancas, y que el correspondiente límite inferior de las cuencas útiles corre igualmente de norte a sur, en paulatino descenso, a un nivel inferior aproximado a los 2.000 metros, por debajo de los límites de las nieves persistentes, es decir, de los 3.500 metros, aproximadamente, hasta los 1.600 metros en el extremo sur. Esta correlación ha servido de base para comprobar la superficie de las distintas cuencas.

No obstante, hay algunas diferencias con las cifras aceptadas por otros autores e investigadores, como las del ingeniero Vitali, por ejemplo, y con algunos datos observados por los técnicos de Irrigación de la Nación, etcétera.

Ajustándonos a las que creemos que contemplan las posibilidades de mayor exactitud, y de acuerdo con todas las fuentes de información consultadas, pueden establecerse las superficies y características siguientes (cauces considerados de norte a sur).

RIO MENDOZA

Cuenca imbrifera total o geográfica de recolección	8.000 Km. ²
Cuenca activa	5.700 »
Cuenca activa principal	3.200 »

Incluye afluentes de gran caudal y superficie imbrifera, como el Tupungato, con unos 1.900 Km.² de cuenca activa; Las Cuevas, con unos 800 Km.² de cuenca; Las Vacas, con 500 Km.² de cuenca, etcétera.

Su frente cordillerano se calcula en unos 100 Km. de longitud, aproximadamente.

RIO TUNUYAN

Cuenca imbrifera total o geográfica de recolección, incluso Las Tunas	7.500 Km. ²
Cuenca activa	2.500 »
Cuenca activa principal	2.000 »

El frente cordillerano es muy variable, según los autores, pero puede estimarse más bien, con defecto, en 75 Km. de longitud. Sus principales tributarios son: Las Tunas, el Salinillo, el Colorado, el Grande, etcétera.

RIO DIAMANTE

Cuenca imbrifera total o geográfica de recolección, incluso los aportes arriba de la Villa 25 de Mayo	4.100 Km. ²
Cuenca activa	3.500 »
Cuenca activa principal	2.200 »

Su frente cordillerano, entre el volcán Maipo y la altura del paralelo 34°30', es de unos 70 Km. de longitud, más o menos. Tributarios principales son: el Borbollón, el Barroso, el Colorado, el Bravo, el Negro, etc., y puede decirse que en general los aportes de sus tributarios y las probables filtraciones, le dan el cauce que posee en las partes primera y media de la cuenca, ya que este río sale de la laguna El Diamante, con un cauce medio de cinco metros cúbicos.

RIO ATUEL

Cuenca imbrifera total o geográfica de recolección	2.800 Km. ²
Cuenca activa	2.400 »
Cuenca activa principal (considerando el sistema Atuel-Salado)	2.100 »

Su frente cordillerano es el menor y no sobrepasa los 60 Km. de longitud.

Dada la proporción importante con que interviene el Salado en el caudal total del río, algunos autores denominan a este sistema: Atuel-Salado.

RIO GRANDE

Cuenca imbrifera total o geográfica de recolección, alrededor de	8.500 Km. ²
Cuenca activa	8.000 »

Su frente cordillerano sobrepasa los 130 Km. de longitud. Se calcula que puede sistematizarse, para servir a unas trescientas mil hectáreas.

RIO BARRANCAS

Con el anterior componen fundamentalmente el denominado río Colorado. La confluencia del Grande y el Barrancas se efectúa a unos 12 a 15 Km. más abajo del cruce de la ruta 40.

Cuenca imbrifera total	3.700 Km. ²
Cuenca activa	3.500 »

Su frente cordillerano es aproximadamente de 100 kilómetros.

Correlativamente a los mayores frentes cordilleranos de los dos últimos ríos mencionados, las precipitaciones nivales y pluviales son muy abundantes y, por consiguiente, los caudales son de consideración.

Recordamos aquí que al referirnos en todos los casos a cuenca "activa", tratamos de definir como tal la que hidráulicamente cumple en forma consecuente su función recolectora y cuyo límite inferior no excede de los 2.000 metros, más abajo del de las nieves persistentes; de modo tal que a la altura de los ríos Mendoza y Tunuyán este límite se halla entre los 2.600 a 3.500 metros, aproximadamente; a la altura de los ríos Diamante y Atuel, entre 2.200 a 2.600 metros, término medio, y a la altura de los ríos Grande y Barrancas entre los 1.500 y 2.200 metros. Entonces esta es la zona donde más se acumula la nieve cuyo derretimiento progresivo establece la continuidad de los cauces.

La región que abarca en total estas distintas cuencas y que son de norte a sur: Mendoza, Tunuyán, Diamante, Atuel, Grande y Barrancas, en su casi totalidad es montañosa; situada en general arriba de los 2.000 metros de altura con respecto al nivel del mar, ya que es por sobre este nivel mínimo, llamémoslo así, donde se produce la mayoría de las lluvias y nevadas útiles, a los efectos del caudal. Igualmente notamos como cuenca activa principal, la que llega hasta la divisoria oceánica que tiene por lado el frente cordillerano y que limita por el este con una segunda cuenca, la secundaria, a una altitud media aproximada de los 3.000 a 3.500 metros. Esta primera es más elevada, la que más nieve acumula y donde mayores efectos tiene el deshielo benefactor, que periódicamente se produce, desde la primavera en adelante y sobre todo en esos meses de mayor caudal (diciembre y enero, para Mendoza).

En estas zonas de alta montaña, en su mayoría inaccesibles, los datos concretos y definitivos de marcas pluviométricas medias anuales son muy difíciles de obtener. No obstante, el régimen de lluvias de la cordillera tiene características propias que permiten llegar a resultados aceptables.

En forma general puede decirse que avanzando desde el norte hacia el sur, por la zona cordillerana, en la falda oeste que corresponde al lado chileno, las isoyetas indican un aumento paulatino de la lluvia de media anual, que abarca aproximadamente desde los 500 milímetros, a la altura del paralelo 32°, hasta los 2.000 en la entrada a la zona que corresponde, más o menos, al paralelo 37°. Asimismo, dichas precipitaciones son mayores en el lado andino y decrecen al descender hacia el Pacífico. Esto hace que gran parte de las faldas de la cordillera en la vecina república sean fértiles vegas y valles de gran valor para el ganado y de aplicación útil para los cultivos agrícolas. Ciertamente es también que el riego está allí bastante sistematizado (en la actualidad Chile sobrepasa el millón de hectáreas irrigadas) por el hecho de que la llanura, angosta faja que se vuelca en el Pacífico, es probablemente el suelo más aprovechable, y según el decrecimiento paulatino de las isoyetas hacia el océano, la región menos favorecida por las precipitaciones.

Con referencia a la zona este cordillerana que es la que nos interesa, porque comprende la precordillera mendocina y parte del lado oriental del alto contrafuerte divisorio andino, las lluvias también van en aumento hacia las cimas, pero en menor proporción que en el lado chileno. Por una parte, las mínimas del territorio argentino son extremas, aun inferiores a 100 milímetros anuales en ciertos casos y, por otra, en menor distancia hacia la divisoria oceánica, el aumento proporcional de las isoyetas es más evidente. Así tenemos estas precipitaciones anuales medias, inferiores a 100 milímetros en la llanura sanjuanina que se recuesta sobre la precordillera, a la altura del paralelo 31°. Es conocido el hecho de que la región oestenoeste que linda por un lado con la ciudad de San Juan, es una de las zonas de menor precipitación anual del país. Ella depende exclusivamente del agua de riego.

Siguiendo hacia el sur, se verifica que en la ciudad de Mendoza la lluvia es de 200 milímetros anuales, según las estadísticas de los últimos 30 años, y continuando el mismo rumbo a la altura de las ciudades de San Rafael y de General Alvear, las lluvias llegan a superar los 230 y aún los 280 milímetros anuales.

¿De dónde nacen, entonces, las abundantes reservas hídricas de los ríos considerados?

Según los datos aislados que se poseen, ya que hasta la fecha no existe ninguna investigación orgánica al respecto, y de acuerdo con los estudios, apuntes y planillas de la ex Dirección General de Meteorología, Geofísica e Hidrología de la Nación, de la ex Dirección General de Irrigación de la Nación, de la Superintendencia General de Irrigación de la provincia, de Y. P. F., de observaciones realizadas por esforzados estudiosos como los ingenieros Vitali, Forti y otros, surge la evidencia de que, a partir de la precordillera, hacia las altas cimas andinas (donde se ubican las cuencas principales de los ríos), la precipitación media anual aumenta, a veces sensiblemente en contados kilómetros, hasta superar en parte y casi en general, los 1.800 a 2.000 milímetros anuales de nieve, más propiamente dicho.

Pueden observarse, de tal modo, en una extensión de 50 kilómetros de longitud, considerada del este hacia el oeste, una serie de isoyetas paralelas que comenzando en los 200 milímetros, terminan a veces en una de 2.000 (diez veces mayor).

Las altas cumbres del Mercedario, del Tupungato, del Maipo, del Peteroa, etc., son centros de abundantes precipitaciones (las grandes nevadas), que componen los núcleos fundamentales de las cuencas respectivas. Es agua almacenada que se va entregando en los deshielos periódicos y que justifican de tal modo los caudales continuos de los ríos sistematizados para el riego. Es evidente la curva típica de todos ellos, si se observa la gráfica de caudales medios mensuales comparativos que se acompaña, en la que se aprecia los periodos de máxima en diciembre y enero, y los de mínima en junio, julio y agosto.

Es lógico pensar también que partiendo del conocimiento de estos caudales y de la superficie de su cuenca activa, puede determinarse aproximadamente el término medio de las precipitaciones ocurridas en esta última superficie, para lo cual debe establecerse el índice de aprovechamiento de las mismas o lo que es igual, la proporción entre el derrame o caudal entregado y la precipitación total.

El caudal de líquido que ingresa en los cauces orgánicos y constituyen el río primario y sus afluentes alimentadores, proviene del escurrimiento que se produce en el deshielo, cuando el agua que entra en su faz líquida, se hace móvil y busca el bajo nivel. Muchos factores, tales como la mayor o la menor evaporación, la naturaleza de los suelos y las rocas de la cuenca en general y de los que atraviesa la corriente en especial, la pendiente, etc., influyen para que varíe el porcentaje de lluvia aprovechada, como caudal servible. Este porcentaje útil es menor de un 40% en todos los casos y de acuerdo con los estudios respectivos. Siguiendo al ingeniero Forti podemos fijarlo en un 25% para el río Mendoza y en un 35% para el río Barrancas, y admitiendo que a medida que avanzamos hacia el sur, el índice de aprovechamiento es mayor, con lo que se establece una correlación aproximada con respecto a cada cuenca.

Estos breves antecedentes nos dan la configuración general de los ríos andinos de Mendoza, sistematizados en la actualidad, para servir a magníficas zonas de regadío, de acuerdo con la siguiente superficie empadronada (Datos: Superintendencia General de Irrigación, año 1950):

Río Atuel	119.446 hectáreas
Río Tunuyán	105.411 »
Río Mendoza	94.490 »
Río Diamante	94.368 »
Arroyos y vertientes	69.350 »
Desagües	40.446 »

SUPERFICIE TOTAL EMPADRONADA 523.511 hectáreas

En verdad, estas cifras son aproximadas a la fecha, pero dan una idea cabal del desarrollo de la irrigación en la provincia. Actualmente, la

superficie servida o de distribución, es sensiblemente menor que la empadronada y alcanza alrededor de 60 a 62 % de las cifras anteriores, es decir, unas 320.000 hectáreas servidas y cultivadas, o susceptibles de cultivo.

Así, por ejemplo, el río Diamante, con más de 95.000 hectáreas empadronadas en la actualidad, sirve unas 66.000 a 68.000 hectáreas, según la subdelegación respectiva.

Por otra parte, no olvidemos que existe una cierta cantidad, nada despreciable, de cultivos denominados "clandestinos" y que en el presente año se incluirán en el padrón general de riego de acuerdo con los beneficios que concede la ley provincial N° 1920 y sus complementarias y que en consecuencia tendrán que pagar los correspondientes derechos.

Los ríos Grande y Barrancas, de futuras posibilidades, aun no se hallan incluidos en la superficie general empadronada.

El río Grande sobre todo, con un módulo próximo a los 100 metros cúbicos/segundo, constituye en verdad la gran reserva de regadío mendocino. Ciertamente es que hay algunos problemas fundamentales al respecto, como el hecho de que el cauce de este río corra más bien paralelo a la cordillera, prácticamente encajonado entre cadenas de montañas, hasta llegar al Colorado; pero dada la enorme superficie que podría aportarse al suelo irrigado y que se calcula en 300.000 hectáreas, bien compensados serían todos los esfuerzos. En caso de no vislumbrarse la posibilidad de aprovechamiento de los ríos Grande y Barrancas, se podría pensar entonces en la sistematización del caudaloso río Colorado, por alguna provincia vecina, ventajosamente situada.

A fin de completar los antecedentes de estos cauces estudiados, se incluyen algunos datos de los análisis de sus aguas, de la citada obra del ingeniero Lombardozi:

ANÁLISIS DE AGUAS

Muestra	N° 1	N° 3	N° 11	N° 13	N° 17
Color	turb.	inc.	terr.	inc.	inc.
Olor	inod.	inod.	inod.	inod.	inod.
Gusto	ins.	sal.	ins.	ins.	ins.
Aspecto	turb.	limp.	turb.	turb.	claro
Reacción (pH)	7,4	7,5	7,6	—	7,4
Dureza permanente (G. F.)	20°	87°	29°	25°	16°
Dureza temporaria (G. F.)	10°	89°	11°	12°	6°
Dureza total (G. F.) miligr.-litro.	30°	176°	40°	37°	22°
Residuo seco 105°	631	15.400	794	328	300
Clorhídrico (Cl')	78,1	8.297	92	35	5,6
Sulfúrico (SO ₄ '')	266	941	300	240	119
Nitríco (NO ₃ '')	—	4	2	vest.	0,6
Carbónico (NO ₂ '')	0	0	0	0	0
Bicarboníco (CO ₃ H')	128	1.098	146	146	67,2
Sílice (SiO ₂)	27	—	35	16	16

Muestra	N° 21	N° 27	N° 29	N° 43	N° 44
Color	inc.	inc.	inc.	inc.	inc.
Olor	inod.	inod.	inod.	inod.	inod.
Gusto	ins.	ins.	ins.	ins.	ins.
Aspecto	limp.	limp.	limp.	limp.	limp.
Reacción (pH)	7,4	—	—	—	—
Dureza permanente (G. F.)	14°	—	—	3°	21°
Dureza temporaria (G. F.)	12°	—	—	11°	10°
Dureza total (G. F.) miligr.-litro.	26°	—	—	14°	31°
Residuo seco 105°	790	940	1.880	300	—
Clorhídrico (Cl')	92	82	—	31	—
Sulfúrico (SO ₄ '')	262	288	—	54	—
Nitríco (NO ₃ '')	vest.	0	—	no	—
Carbónico (NO ₂ '')	0	—	—	—	—
Bicarboníco (CO ₃ H')	158	122	—	—	—
Sílice (SiO ₂)	14	40	—	—	—

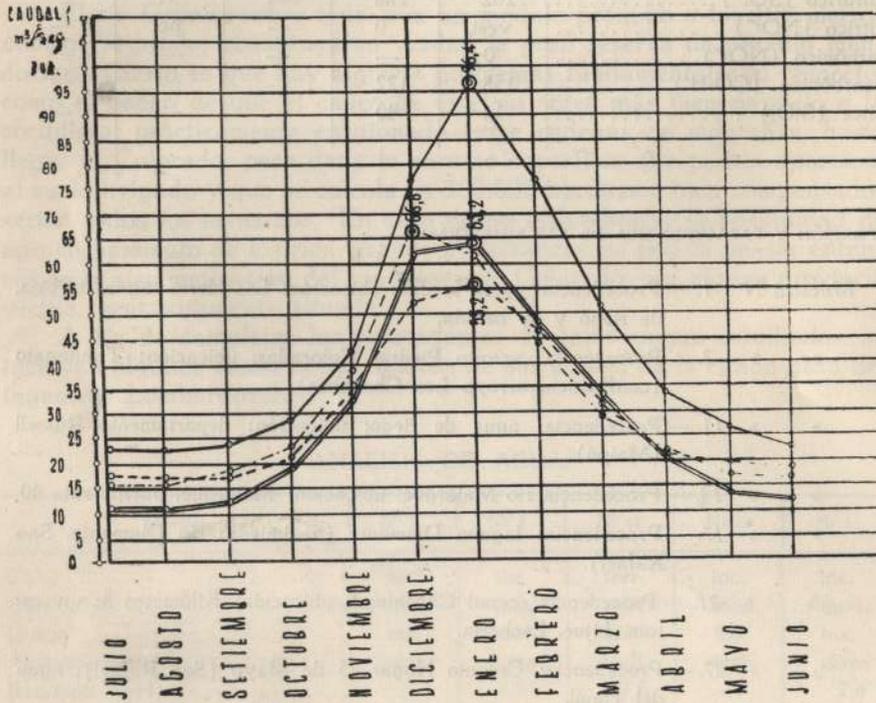
SITUACIÓN Y CARACTERÍSTICA DE LAS MUESTRAS:

- Muestra N° 1. — Procedencia: canal Jarillal; ubicación: Las Heras; aguas turbias, de riego y de bebida.
- » » 3. — Procedencia: arroyo Piedras Coloradas; ubicación: Tupungato (confluencia arroyo Los Chanchos).
- » » 11. — Procedencia: agua de riego; ubicación: departamento Russell (Maipú).
- » » 13. — Procedencia río Malargüé; ubicación: Malargüé; puente ruta 40.
- » » 17. — Procedencia: laguna Diamante (nacimiento río Diamante, San Rafael).
- » » 21. — Procedencia: canal Chachingo; ubicación: Kilómetro 8; vivero: tom. hije, Lechería.
- » » 27. — Procedencia: Colonia Hogar 25 de Mayo (San Rafael); agua del canal.
- » » 29. — Procedencia: agua de riego, de prop. en Tunuyán.
- » » 43. — Procedencia: Uspallata, Ministerio de Economía, Obras Públicas y Riego.
- » » 44. — Procedencia: Villa Atuel, departamento de San Rafael; finca en Jaime Pratts.

CAUDAL MEDIO MENSUAL COMPARATIVO DE LOS RIOS ANDINOS SISTEMATIZADOS DE MENDOZA

Fuente: Datos Superintendencia General de Irrigación y otros

Promedios, años 1942-1951

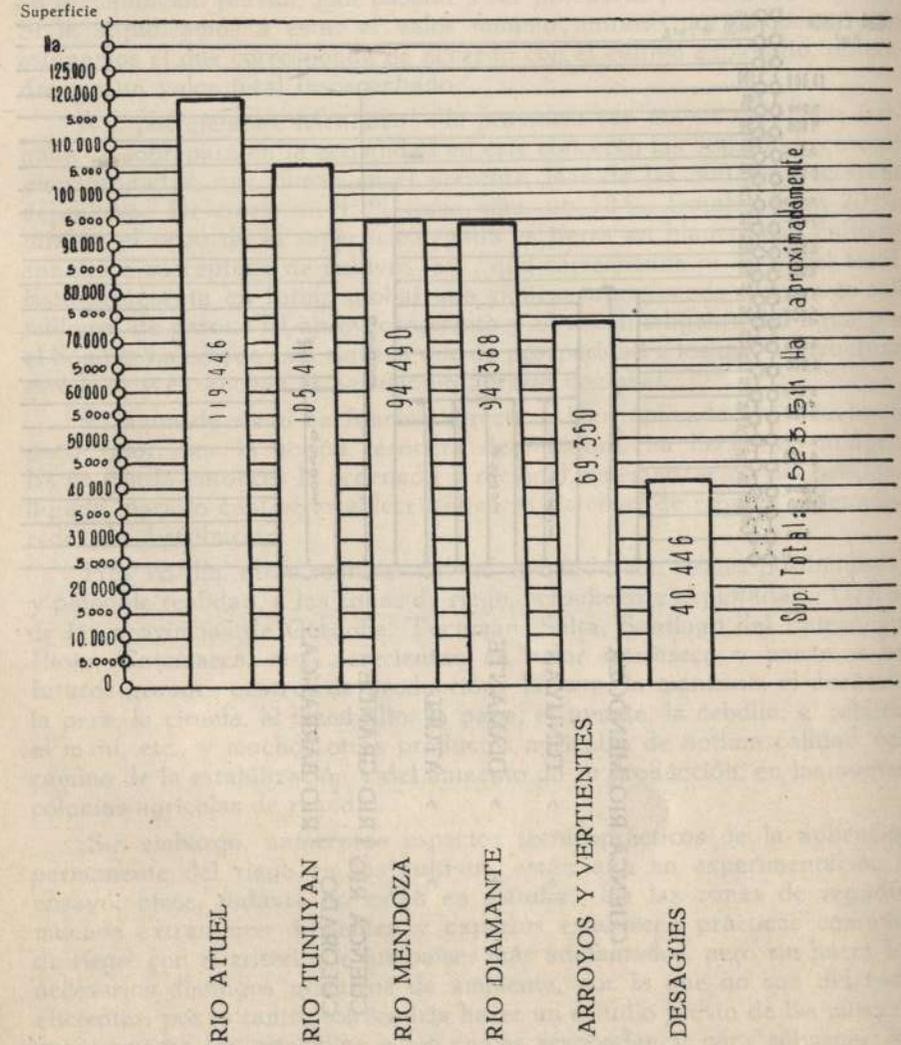


SUPERFICIE TOTAL SERVIDA POR LOS RIOS ANDINOS SISTEMATIZADOS DE MENDOZA

(Incluso arroyos, vertientes y concesión desagües)

Fuente: Datos Superintendencia General de Irrigación.

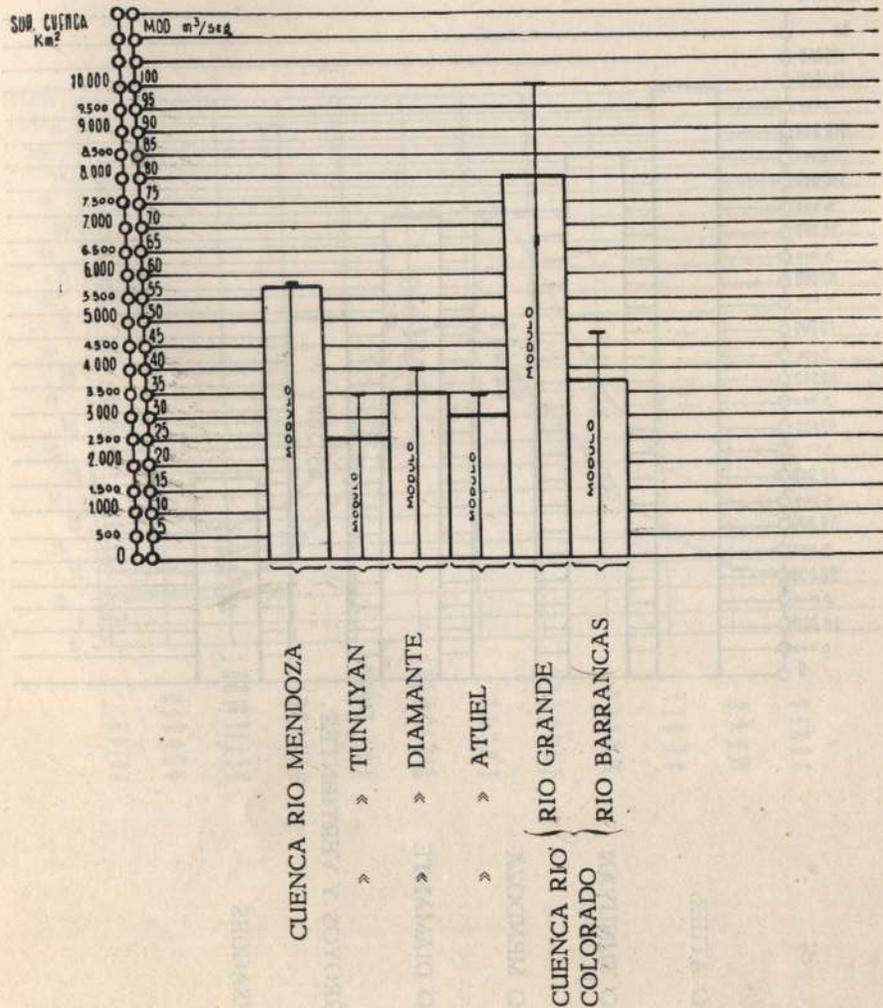
Empadronamiento hasta año 1951



COMPARACION ENTRE LA CUENCA ACTIVA Y EL MODULO DE LOS RIOS SISTEMATIZADOS DE MENDOZA

Fuente: Superintendencia General de Irrigación; Ing. A. Forti; Ing. G. Vitali, y otros

Año 1951



TECNICA DE LA SISTEMATIZACION

FUNCION E IMPORTANCIA DEL AGUA DE RIEGO

El agua de riego es una riqueza y mediante su aplicación racional, alrededor de 1.200.000 hectáreas de tierra inculta en todo el país, carentes de precipitación pluvial, han pasado a ser prósperas parcelas de regadío. Si le adjudicamos a éstas el valor mínimo unitario por hectárea y le asignamos el que corresponde de acuerdo con el cultivo explotado, obtendremos un valor total insospechado.

Así, por ejemplo, Mendoza —la provincia con mayor superficie irrigada— sobrepasa en la actualidad en este concepto las 500.000 hectáreas empadronadas, que suman en el presente, más de las 300.000 hectáreas de cultivo. De éstas, un 45 % tiene viña; un 12 %, frutales y un 20 %, alfalfa; el resto de la superficie regada es tierra en blanco, con cultivos anuales o susceptible de cultivos, etc., que corresponde al 23 % del total. Esto representa en forma global una riqueza aproximada a los tres mil millones de pesos. El aprovechamiento y el uso inteligente del agua por el hombre ha creado esta riqueza que da prosperidad a los que usufructúan este bien y ensanchan el patrimonio agrario nacional.

El agua de riego en función directa y bien aplicada a un suelo de poco valor, por la acción tesonera del hombre, ha hecho el milagro. Es necesaria entonces la ordenada y racional sistematización del precioso líquido, para lo cual se establecen eficaces sistemas de riego y ordenadas redes de distribución.

Hoy en día, otras regiones se van sumando con firmes posibilidades y palpable realidad, a las zonas de riego, actualmente explotadas. Tierras de las provincias de Córdoba, Tucumán, Salta, Santiago del Estero, La Rioja, Catamarca, etc., acrecientan su valor intrínseco y pasan a ser futuros grandes centros de producción. La uva, la manzana, el durazno, la pera, la ciruela, el membrillo; la papa, el tomate, la cebolla; el tabaco, el maní, etc., y muchos otros productos agrícolas de óptima calidad van camino de la estabilización y del aumento de su producción, en las nuevas colonias agrícolas de regadío.

Sin embargo, numerosos aspectos técnicoprácticos de la aplicación permanente del riego en los cultivos, están aún en experimentación y ensayo; otros, todavía no están en estudio. En las zonas de regadío, muchos extranjeros diligentes y expertos establecen prácticas comunes de riego, con el criterio de los países más adelantados, pero sin hacer los necesarios distinguos prácticos de ambiente, por lo que no son del todo eficientes; por lo tanto, convendría hacer un estudio previo de las mismas, para conocer los principios a los cuales responden y para subsanar los errores que se oponen a la solución de nuestro problema.

Dada la gran cantidad de riqueza, prosperidad y estabilidad agraria que dependen de la lógica aplicación del agua de riego en estas extensas zonas, creemos oportuno encarar y considerar los diversos problemas pendientes, que se pueden clasificar en dos grupos:

- a) *Los grandes problemas* que atañen, más bien, a las autoridades y oficinas especializadas que tienen hoy en estudio muchos de ellos, como el encauzamiento de algunos trechos de río sistematizado, los antecanales estables, el trazado y revestimiento de canales marginales; la confección de compartos automáticos, en gran parte de las tomas de canales e hijuelas, y la colocación de linímetros y bateas aforadas, para la normal distribución, etcétera;
- b) *Los problemas menores* que influyen más directamente en el regante y se refieren, casi diríamos, al conocimiento directo que el mismo posee, con respecto a la práctica del riego. Estamos acordes en afirmar que esta práctica necesita algunos conocimientos previos, especialmente de la naturaleza, la situación y la capacidad del suelo, y también del cultivo explotado y sus necesidades.

Allí donde el agua de riego se considera un valor real, positivo, como decíamos antes, no se admite quién pueda regar en igual forma y cantidad la viña, el olivo y la alfalfa, por ejemplo. Por regla general, cada cultivo es un caso particular y sus necesidades son específicas, no sólo en el campo hidráulico, sino en todo sentido.

Algunos de estos pequeños problemas son los que tratamos de considerar en este breve ensayo, con fines de aportar, si fuera posible, nuestra modesta acción a la obra comenzada y de propender a difundir el caudal de conocimientos, simples y prácticos, que existen sobre el tema, y algunos resultados de las experimentaciones locales.

RED NORMAL DE DISTRIBUCION

El recorrido del líquido por la red de distribución, desde el canal mayor ("matriz") que toma directamente el agua del río, por medio de un antecanal, hasta la "reguera", menor expresión antes del surco, se cumple en numerosas etapas que van estableciendo a su vez los distintos grados de aprovechamiento en base a una división por superficie, calculada para cada cauce, en forma directamente proporcional. No obstante, a veces hay tomas directas en hijuelas y canales que dan la entrada del agua de riego, directamente a la "finca", pero son casos de excepción. Por regla general, el recorrido total del agua, en forma esquemática, es normalmente como sigue:

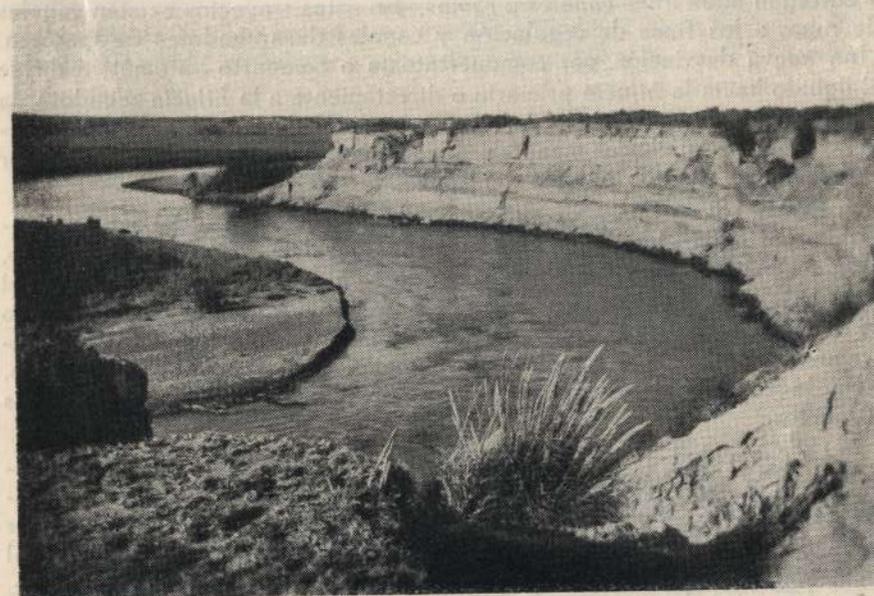


FIG. 1. — Por lo común, la masa líquida en los ríos andinos marcha a cierta velocidad constante, y la erosión que se produce es notable. A veces son factibles al respecto nuevos encauzamientos o desvíos que pueden favorecer asimismo la situación de algún antecanal (río Atuel, a la altura del primer puente sobre la ruta nacional N° 143).

La *cuenca de recolección* donde el agua en estado sólido y en pequeña parte líquido, se acumula y establece la base de un futuro curso, está identificada, en conjunto, como *imbrífera total*; y como *cuenca activa principal*, la superficie de esta última que se recuesta sobre el muro cordillerano. Se establece así un principio progresivo de descongiamiento o licuación, y paralelamente, un movimiento de la masa líquida en busca de la menor pendiente, cuya mayor parte se orienta hacia un camino común: el primer tramo del río o cauce primario. Se forma luego el tramo medio, con más o menos zonas de afluencia, que entra al llano, hasta alcanzar la zona de riego. Ya en esta última, comenzamos a notar los antecanales u obras de conducción del cauce primario, que hace factible la instalación de las tomas a los *canales mayores* ("matrices"), los que a su vez poseen y entregan agua a los *canales* o *ramas*. En estos trayectos existen canales de fuga, a los fines de regulación y canales desarenadores de limpieza. Una nueva desviación por compuertatoma o compartó automático dirige el líquido hacia la *hijuela* primaria o directamente a la *hijuela* regadora, la que a su vez lo entregará a la *acequia* general de cabecera, o a las *acequias* internas en cauces menores. Llegamos prácticamente así a la menor expresión del domino público del agua.

Desde allí entramos ya en la *acequia* interna, dentro del servicio privado o particular, luego en la *sobreacequia* paralela, la *reguera* y el *surco*, última expresión esta del cauce, cuando se riega "a surco", como en el caso de la viña. Si el riego se hace "a manta" o por inundación, por medio de amelgas encuadradas por "bordos", la menor expresión sería la *sobreacequia* de desborde, y si se hace en parcelas menores más sistematizadas, sería la *reguera* de desborde, que equivale aproximadamente a unos 10 surcos.

La capacidad de una red de distribución es variable y está determinada por la selección del cauce, la pendiente, la disposición de la compuertatoma, etc. Más directamente a todos estos factores podemos decir que la razón del mayor o menor aprovechamiento del líquido en un canal determinado, está dado por la altura o desnivel favorable de este cauce, con referencia a las tierras colindantes que irriga y a su oportuno trazado. Así, por ejemplo, si el recorrido inicial de un cauce tiene una altura o desnivel de 100 metros con relación al terreno que sirve, situado más abajo de la toma, el aprovechamiento quedará determinado por la superficie encuadrada dentro de este desnivel, hasta que el menor cauce iguale en altura al terreno y el agua ya no corra. A fin de aumentar la zona de influencia, se tratará de descender con el cauce mayor, por la cota más alta y en forma paulatina, para aumentar de tal modo el recorrido del agua y la extensión aprovechable.

Por lo general, para el trazado de estos cauces se tiene en cuenta una pendiente determinada, la que se extiende dentro de lo posible por el alto, en forma paulatinamente decreciente. Se dice que la pendiente de tres por mil es la ideal, sobre todo en los cauces menores; pero por lo común esta pendiente teórica resulta siempre menor que la adoptada, debido a

las características especiales del suelo andino. Dentro de las pendientes de diez y aun de más de quince por mil, se han trazado numerosos canales que prestan servicio en la zona; otras veces se observan saltos o caídas, a fin de subsanar las inclinaciones mayores.

ESQUEMA DE RIEGO POR SURCO

El líquido para los cultivos sistematizados "a surco" corre en todo momento por cauces trazados previamente de acuerdo con las observaciones y la práctica general en la zona. Este líquido se infiltra a la distancia conveniente del pie de las plantas, según el caso, y se recoge por un desagüe menor que lleva el excedente a un desagüe colector general, o directamente a un colector terminal de "paños", situado al pie de la plantación. Este excedente vuelve algunas veces a los cauces sistematizados mayores; otras, es aprovechado por el mismo regante en cuarteles situados más abajo, y por último puede ser utilizado directamente, como agua de desagüe con fines de riego, por otras propiedades. A propósito, es interesante estudiar la posibilidad de encadenar dentro de una misma finca el riego, en forma sucesiva o escalonada, de modo tal que si la situación del terreno y de los cultivos afines lo permiten, una misma agua o mejor dicho su excedente, cumpla más de una vez el papel de irrigar y vaya rindiendo y multiplicándose proporcionalmente, cuando se trata de terrenos con franca pendiente y cuando no se realiza el riego "a nivel cero".

A los efectos del movimiento y de la distribución del agua, creemos que en todas las derivaciones, hijuelas, acequias, sobreacequias, regueras, etcétera, el uso de compuertas es obligatorio. El uso anacrónico de "tapones" de tierra, como hay todavía en muchas partes, es perjudicial y negativo, porque tiende a la pérdida de agua por rotura de los mismos, porque forma pozos y desniveles difíciles de rellenar en las compuertas y en las adyacencias de los nacimientos de los cauces menores, y porque ocasiona los desbordes y movimientos innecesarios de tierra. Aun para las "regueras" creemos oportuno el uso de compuertas. El tamaño de las mismas está relacionado con el cauce, y así por ejemplo, serán de 0,80 a 1,30 m., aproximadamente, para las hijuelas; de 0,70 a 1,00, para las acequias; de 0,50 a 0,80 para las sobreacequias, y de 0,35 a 0,50, más o menos, para las regueras. De tal modo se evitan todas estas pérdidas y se efectúa un riego racional, pues debemos recordar que el agua de riego es una riqueza y hay que cuidarla.

CALLEJONES LIBRES. — Otro punto que se debe tener en cuenta en el trazado de los cauces, es el que se refiere a la necesidad de dejar en lo posible los callejones libres, a fin de no entorpecer las labores y el tránsito de máquinas, etcétera.

Para ello debemos recordar que la sobreacequia ha de correr, no inmediata a la acequia o a la división del paño, sino más bien interiormente, sobre el principio de la plantación (en la viña, por dentro de la



FIG. 2. — La capacidad de los canales depende no sólo de su oportuno trazado y de su mayor pendiente, sino también de una toma correctamente situada (canal Izuel a la altura de la toma N° 4).

hilera de postes cabeceros); de tal modo que las regueras y los surcos sean interiores. Queda así un solo paso, al principio del callejón o a la altura de la toma.

En la región de Cuyo, caracterizada por la inclinación de su suelo, no es conveniente trazar los surcos en el sentido de la mayor pendiente; es aconsejable lograr que el agua corra, pero sin inclinaciones excesivas, sino suaves, de manera que la mayor pendiente quede perpendicular a los surcos; esto evitará la erosión que causa el agua de riego en terrenos francamente inclinados. Es obvio recordar que, dentro de lo posible, se debe nivelar el terreno sistematizado, ya que puede y debe regarse en suelo perfectamente plano, horizontal, de acuerdo con la práctica tan beneficiosa, denominada riego a nivel cero, o pendiente cero por mil.

Gráficamente, hemos esquematizado una parcela cultivada con frutales jóvenes, todavía con el riego al pie, que muestra una sistematización simple de riego.

En general cada clase o tipo de cultivo requiere detalles propios en la sistematización del riego; en un "paño" de viña, la sobreacequia correrá por dentro de los postes cabeceros, como ya dijéramos, y más interiormente y paralela a ésta, la reguera que entrega el líquido directamente a los surcos. No obstante pueden verse sobreacequias, inmediatas a las hileras de postes cabeceros, pero por el lado exterior, y con regueras interiores a éstas, de tal modo que esta disposición tampoco entorpece los callejones. En cuarteles menores, se prescinde de las regueras porque actúa como tal la sobreacequia interna.

En frutales jóvenes con el surco al pie, la sobreacequia entrega el agua directamente a los surcos, la que conviene disponerla también interiormente en el cuartel, sobre la primer hilera de frutales o un medio metro más hacia afuera, para que el pie de las plantas no entorpezca la distribución por cada surco.

A medida que los árboles se hacen mayores, el agua se va alejando del pie mediante el trazado de un solo surco "tirado" hacia un costado dentro del interfilar, a 1,50 o 2 metros del pie, según la edad de la planta o, más racionalmente, dos surcos laterales, paralelos a la hilera, que se alejan progresivamente, según las distancias antes mencionadas, de acuerdo con la edad y el desarrollo de los frutales en formación o en producción.

La formación de círculos, "palanganas" u hoyas para el riego, con el surco alejado del pie, poco se acostumbra en montes frutales de gran explotación, por lo antieconómico que resultaría su trazado, dado el gran número de plantas. En cambio, estas "palanganas" sí tienen aplicación en montes de olivos y nogales, por ejemplo, cuya distancia entre sí es mucho mayor y en consecuencia hay menos unidades. Se debe tener presente que la zona de absorción radicular en árboles frutales adultos no se está inmediatamente sobre el pie, sino en un círculo que puede tener desde un metro de radio, desde el pie, en plantas chicas, hasta más de cinco metros en árboles adultos, y según la especie.

EJEMPLO SENCILLO DE SISTEMATIZACION DE RIEGO EN FRUTALES JOVENES DE PRIMERA EDAD CON EL SURCO AL PIE

Para la zona de Cuyo y en explotaciones extensivas

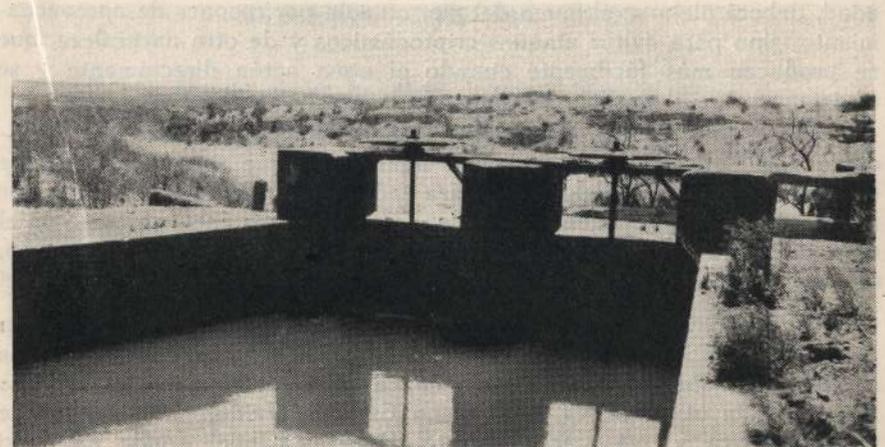
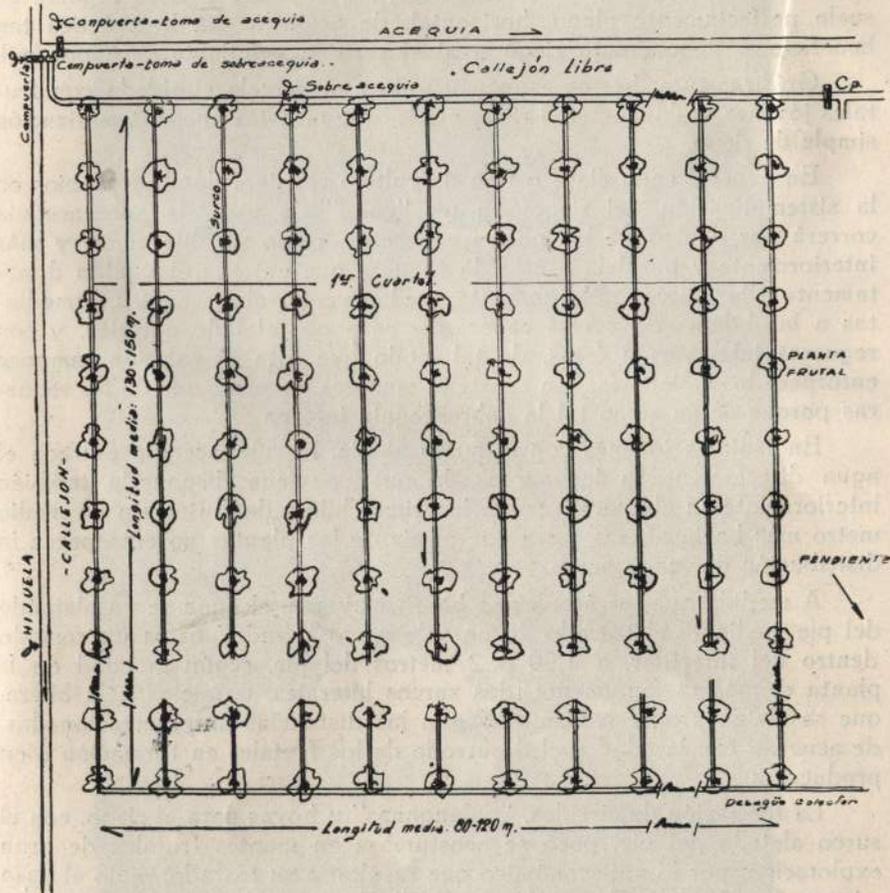


FIG. 3. — Las prácticas compuertas metálicas, no sólo se emplean para el movimiento y la distribución del agua usufructuada directamente, sino también para derivar el líquido a los canales de fuga y desarenadores, etc. (río Atuel: compuerta doble que comunica con un canal de fuga que a su vez vierte el agua nuevamente en el río).



FIG. 4. — Los "linímetros" o aforadores colocados por las subdelegaciones de aguas, para el conocimiento diario de los caudales, es una medida racional y sumamente útil (linimetro sobre el canal Izuel).

En todo momento y una vez que aquéllos han pasado la primera edad, deberá alejarse el surco del pie, no sólo por razones de aprovechamiento, sino para evitar ataques criptogámicos y de otra naturaleza, que se producen más fácilmente cuando el agua actúa directamente y se estaciona sobre el cuello y el tronco de la planta.

En resumen, puede concretarse como disposición racional, recomendable para frutales en producción, aquella de que por cada interfilar corran dos surcos paralelos; uno para cada hilera, alejados de uno a dos metros de la misma, según la especie, o a dos metros entre sí, como en el caso del duraznero; o a cuatro metros o más, como en el manzano, el cerezo, el olivo, etcétera.

EL RIEGO POR ASPERSIÓN. — Aunque este sistema de riego es una posibilidad futura en nuestro país, dada la aplicación general de los sistemas por surcos y "a manta", es ya de valor práctico en la vieja Europa y en otros países, tales como Estados Unidos, México, los de Centroamérica y, más recientemente, Brasil y Chile, donde ha dado resultados satisfactorios.

Claro está que se requiere para su instalación y empleo, tanto el medio apropiado, como también el cultivo adecuado. Este, sobre todo, debe ser tal que por su gran rendimiento y positivo valor económico, permita la amortización del alto costo inicial y la compensación que estimule una técnica tan avanzada. Por regla general se citan aumentos de 20 a 40 % de la producción y una mejora general de la calidad evidente. Recordemos que quien lo dice es Europa, que aunque de fisonomía agraria muy particular, hace ya cerca de 30 años que ensaya y aplica el riego por aspersión.

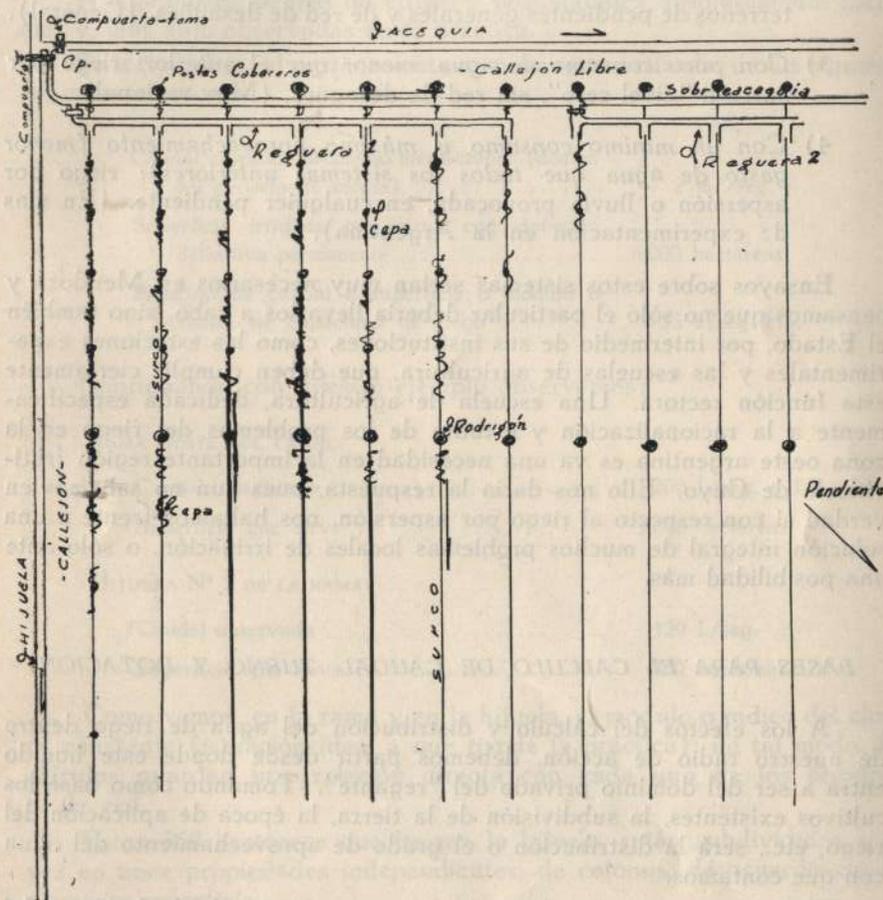
Se aconseja su empleo en aquellos cultivos que como la vid, los frutales, la papa, el algodón, el tabaco, la caña de azúcar, etcétera, pueden compensar la implantación del nuevo sistema.

Cambiar radicalmente nuestro método de surco, por aspersión, es cosa sumamente problemática, porque nuestro actual sistema de riego admite mayores márgenes y ya de por sí, los resultados económicos son muy satisfactorios; no obstante, hay casos en los que la "lluvia artificial" de este tipo es una solución como en: las propiedades organizadas y totalmente explotadas, que han llegado al límite máximo de extracción; las "fincas" cuyo suelo se desmejora visiblemente con el riego por surco, y más aún con el de inundación; aquellas propiedades orientadas hacia la fruta de superior calidad y fantasía, y, por último, las que se riegan por pozos o perforaciones, de donde se extrae el agua con bomba y motor. Este último caso es el más factible.

Una de las grandes ventajas de este sistema es hacer posible el riego y, por lo tanto, el cultivo en terrenos de franca pendiente, de laderas de montaña, etc., sin necesidad de apelar a obras especiales de nivelación e ingeniería, ya que no es necesario establecer conducción de agua por superficie, pues los caños a presión trabajan con cualquier inclinación del suelo.

SISTEMATIZACION DEL RIEGO

Al principio de un cuartel de viña - Surco al pie



Como vemos, estamos desde este punto de vista, situados en el lado opuesto al riego por surco, a nivel cero por mil o riego en plano, perfectamente horizontal. El aprovechamiento graduado del agua, podemos establecerlo entonces con la escala siguiente:

- 1) Con el mayor consumo de agua: riegos "a manta" o por inundación. Suelos inclinados. (Poco recomendado).
- 2) Con consumo menor, tipo medio o común: riego por surco en terrenos de pendientes generales y de red de desagües. (General).
- 3) Con poco consumo de agua, menor que el anterior: riego por surco a "nivel cero", sin red de desagües. (Muy racional).
- 4) Con un mínimo consumo y máximo aprovechamiento (menor gasto de agua que todos los sistemas anteriores): riego por aspersión o lluvia provocada, en cualquier pendiente. (En vías de experimentación en la Argentina).

Ensayos sobre estos sistemas serían muy necesarios en Mendoza y pensamos que no sólo el particular debería llevarlos a cabo, sino también el Estado, por intermedio de sus instituciones, como las estaciones experimentales y las escuelas de agricultura, que deben cumplir ciertamente esta función rectora. Una escuela de agricultura, dedicada específicamente a la racionalización y estudio de los problemas del riego en la zona oeste argentina es ya una necesidad en la importante región frutivícola de Cuyo. Ello nos daría la respuesta, pues aun no sabemos en verdad si con respecto al riego por aspersión, nos hallamos frente a una solución integral de muchos problemas locales de irrigación, o sólo ante una posibilidad más.

BASES PARA EL CALCULO DE CAUDAL: TURNO Y DOTACION

A los efectos del cálculo y distribución del agua de riego dentro de nuestro radio de acción, debemos partir desde donde este liquido entra a ser del dominio privado del "regante". Tomando como base los cultivos existentes, la subdivisión de la tierra, la época de aplicación del riego, etc., será la distribución o el grado de aprovechamiento del agua con que contamos.

Todo lo que corresponde a la fase que abarca, desde la toma del agua del rio, hasta que deja de ser del dominio público, pertenece y se realiza por medio de organismos especializados; en nuestra provincia cumple esta labor el Departamento General de Irrigación y sus subdelegaciones de ríos.

Con el fin de conocer lo referente a la distribución del agua, de acuerdo con el caudal disponible y su relación con las hectáreas que sirve, vamos a esquematizar la marcha del agua en una red de distribu-

ción de ejemplo, caso sumamente simple, ya que muchas veces en la práctica se presentan cálculos de dotaciones y caudales sumamente complejos y fraccionados, pero el mismo nos puede dar una idea general, aplicable en los casos en que la propiedad del "regante es de gran extensión y necesita ser subdividida y sistematizada; porque cada fracción actúa independientemente, o también en colonias de varios "regantes" que cultivan y riegan de acuerdo y en armonía entre sí, y necesitan organizar un plan de distribución.

Nos situamos dentro de cifras y posibilidades absolutamente factibles y, más aún, observadas en la práctica.

Se trata del canal perteneciente a un río sistematizado, de las siguientes características:

Caudal aforado: promedio mes octubre (dentro del período de media)	2 m. ³ /seg.
Superficie irrigada que sirve con dotación definitiva permanente	6.000 hectáreas
Relación de caudal o superficie o módulo o índice de capacidad de riego	0,33 l./seg./Ha.

Continuando con nuestro ejemplo observamos:

RAMA NORTE DEL CANAL:

Caudal observado	1.200 l./seg. o 1,2 m. ³ /seg.
Superficie que sirve	3.600 hectáreas

HIJUELA N° 2 DE LA RAMA:

Caudal observado	120 l./seg.
Superficie que sirve	360 hectáreas

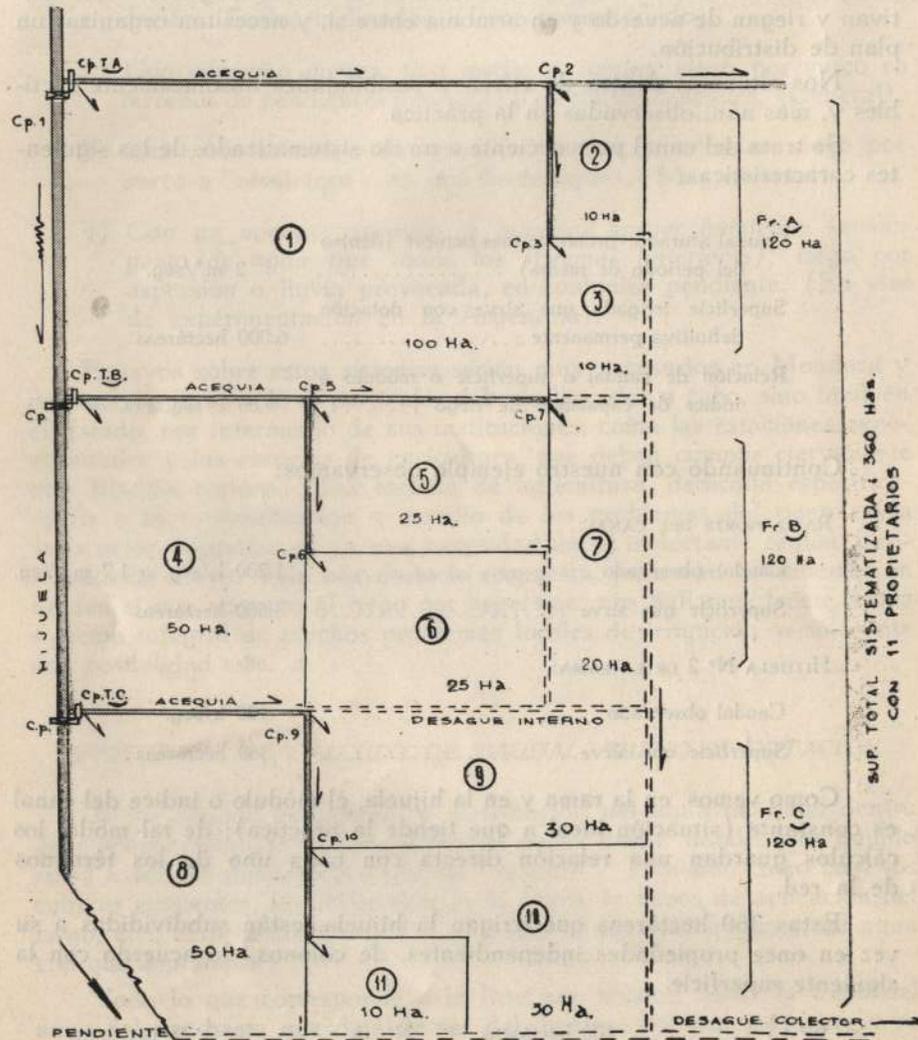
Como vemos, en la rama y en la hijuela, el módulo o índice del canal es constante (situación ideal a que tiende la práctica); de tal modo, los cálculos guardan una relación directa con cada uno de los términos de la red.

Estas 360 hectáreas que irrigan la hijuela, están subdivididas a su vez en once propiedades independientes, de colonos, de acuerdo con la siguiente superficie:

N° 1	100 hectáreas	N° 6	25 hectáreas
N° 2	10 »	N° 7	20 »
N° 3	10 »	N° 8	50 »
N° 4	50 »	N° 9	30 »
N° 5	25 »	N° 10	30 »
	N° 11	10 hectáreas	

EJEMPLO DE SISTEMATIZACIÓN DE RIEGO

Ejemplo: Lote 4. Superficie total: 360 Ha. - Fraccionado en 11 propiedades



Es decir que contamos con: una fracción de 100 hectáreas; dos fracciones de 50 hectáreas; dos fracciones de 30 hectáreas; dos fracciones de 25 hectáreas; una fracción de 20 hectáreas, y tres fracciones de 10 hectáreas.

En el esquema adjunto se observa esta subdivisión y de acuerdo con el mismo se ha trazado la red de acequias de distribución del agua y los desagües, internos o menores y mayores, para la recolección del excedente. No hemos considerado aguas aprovechadas nuevamente o desagües sistematizados para un nuevo riego, dado el carácter simple del ejemplo. El aprovechamiento del agua se realiza por tres compuertas-toma básicas (A, B y C), correspondientes a la tres fracciones grandes de 120 hectáreas, y se indican, además, las compuertas de cada propiedad, con su número respectivo. Suponemos un terreno normalmente nivelado, como para hacer el trazado de los cauces, según la pendiente general especificada.

Si tenemos en cuenta que esta es el agua que racionalmente le corresponde a la superficie mencionada en la época o momento considerado (período de media), los 120 l./seg. correrán permanentemente por la hijuela y serán captados alternativamente por las tres compuertas-toma mayores, para ser aprovechados sucesivamente por cada una de las propiedades, según su superficie. Es decir que no establecemos todavía los turnos y que la dotación es uniforme; pero, a fin de usar en forma equilibrada esta agua de riego y de proceder a la sistematización racional y correcta, se presentan cuatro caminos a seguir:

1° — En dotación simple (120 l./seg.) y turno continuo intermitente, fraccionar el agua por los distintos cauces y tomas y entregarla a la vez, de acuerdo con la superficie de cada regante; ejemplo: si son 0,33 l./seg./Ha., para la fracción N° 1 de 100 hectáreas, corresponde una entrada de 33,3 l./seg. continuos; para la fracción N° 4, de 50 hectáreas, 16 l./seg., etcétera, y así sucesivamente, hasta las de 10 hectáreas, con una entrada permanente de 3,3 l./seg. Como vemos, esta forma de sistematización es impracticable en el caso presente, dada la subdivisión de la superficie.

2° — En dotación simple (120 l./seg.), con entrada permanente de agua por la hijuela, se va entregando el líquido totalmente por turno, en forma progresiva u ordenada, de acuerdo siempre con la superficie. Al dar toda el agua a una propiedad por el tiempo que le corresponde, se cierran todas las otras compuertas y tomas, lo que constituye entonces una sistematización de agua permanente en turno.

Dado que al concluir la entrega en las 11 propiedades, ha pasado un cierto tiempo, lógicamente debemos establecer este tiempo total. De acuerdo con las posibilidades del caso y con la práctica general, la conveniencia de repetición de riego para los cultivos, etc., los turnos que con mayor frecuencia se adoptan en la zona de riego son de 8, 7 y 6 días, respectivamente.



FIG. 5.—Las compuertas de toma de hijuela, con preferencia deben ser metálicas, de tipo regulable. De acuerdo con el giro que le imprime la tuerca "mariposa" puede establecerse prácticamente una relación directa sobre el número de roscas y el caudal de paso o de entrada. No obstante, se aconseja el uso de aforadores, inmediatos a las compuertas.

Si consideramos el primer lapso más común, de 8 días, referiremos entonces el total de hectáreas a regar por el total de minutos disponibles en los 8 días, y obtenemos así un índice base de 32 m./Ha. Multiplicando esta cifra por el número de hectáreas en cada propiedad, confeccionamos luego la planilla de turnos de riego. Por ejemplo: 100 hectáreas riegan durante 53 hs. 20 m.; 50 hectáreas lo hacen durante 26 hs. 40 m.; 30 hectáreas en 16 hs., y así sucesivamente, las otras propiedades, hasta las fracciones de 10 hectáreas, que riegan sólo 5 hs. 20 m. Este caso es factible y se lleva a cabo por lo común y únicamente en la época en que las necesidades de agua no son tan apremiantes (los meses de agosto, septiembre, parte de febrero, marzo, etc.) y puede mantenerse en las hijuelas una dotación fija, de modo permanente o continuo. Difícilmente hay dotación permanente en esta época (octubre).

3° — En el caso en que el consumo de agua de riego es mayor y cumple funciones vitales que satisfacen necesidades límites de cultivo (generalmente desde octubre hacia diciembre o enero), con el fin de disponer en un momento dado de mayor caudal en el cauce y de hacer eficaz y racional la distribución, se recurre al siguiente procedimiento: cuando el agua está en turno cada ocho días, como en el caso anterior, podemos entregar igualmente la misma cantidad de agua de riego, pero en menos tiempo, si duplicamos el caudal: de este modo, para el ejemplo N° 1 de las 100 hectáreas, en vez de entregar 120 l./seg. durante 53 hs. 20 m., entregamos 240 l./seg.; doble caudal, durante la mitad del lapso anterior: 26 hs. 40 m. El tiempo índice es entonces de 16 m./Ha., cifra con la que confeccionamos ahora la planilla, de acuerdo con las hectáreas en cada propiedad. Dificultad primera: que no resulte racional o beneficiosa la entrega de tanto caudal (no en octubre, sino en los meses grandes: diciembre y enero) y que los cauces menores no puedan contener esta dotación excesiva de agua, ya que se la entrega íntegramente a una propiedad a la vez. Nos queda entonces como recurso el riego simultáneo en toda la propiedad con sobreacequias y regueras apropiadas, o la solución del cuarto caso. Ahora bien, ¿cuál es el resultado inmediato de esta reducción de tiempo? Tener un sobrante de 4 días durante los cuales se cierra la compuerta y la hijuela queda en seco. Esta agua aumenta de este modo el caudal en el cauce y facilita la entrega durante esos días a otras hijuelas; a su vez, cuando se abre esta hijuela, las otras cerrarán con idéntico efecto. El turno queda perfectamente igual, con dotación alterna (doble), cada 8 días.

4° — Esta solución o sistematización ha resultado muy racional y práctica algunas veces, cuando hay coordinación y entendimiento entre dos o más tomas de hijuela y el agua puede fraccionarse, si se la mide perfectamente o se la reparte proporcionalmente, mediante la aplicación de bateas aforadoras, inmediatas a las tomas o mediante el empleo de chapas de aforo.

PLANILLA TIPO PARA ANOTACIONES DE TURNO Y DOTACION DE AGUA POR AÑO AGRICOLA

Atuel — Canal matriz: Jáuregui — Rama: Soitúé — Higuera: N° 12 — Propiedad de Silvestre Navarro D. — Situada en: Atuel Sur — Superficie: 12 hectáreas — Dotación por hectárea: 20 minutos — Total: 4 horas — Turno: cada ocho días
P. P. N° 1714/08 — P. G. N° 11.643/91

MAYO 1952			JUNIO 1952			JULIO 1952			AGOSTO 1952			SEPTIEMBRE 1952			OCTUBRE 1952		
COMIENZA	TERMINA		COMIENZA	TERMINA		COMIENZA	TERMINA		COMIENZA	TERMINA		COMIENZA	TERMINA		COMIENZA	TERMINA	
Día	Hora	Día	Hora	Día	Hora	Día	Hora	Día	Hora	Día	Hora	Día	Hora	Día	Hora	Día	Hora
1	16	1	12	4	4	4	16	4	20	5	8	5	12	6	24	7	4
9	8	9	16	10	8	12	20	12	24	13	12	13	16	14	4	14	8
17	12	17	20	8	12	20	24	21	4	21	16	etc.,	...	22	8	etc.,	...
25	20	25	24	12	16	28	4	28	8	etc.,	etc.,	etc.,	etc.,
NOVIEMBRE 1952			DICIEMBRE 1952			ENERO 1953			FEBRERO 1953			MARZO 1953			ABRIL 1953		
Día	Hora	Día	Hora	Día	Hora	Día	Hora	Día	Hora	Día	Hora	Día	Hora	Día	Hora	Día	Hora

En el ejemplo de nuestro esquema, el planteo es el siguiente: si de acuerdo con el caso anterior contamos con 240 l./seg. durante 96 horas o 5.760 minutos o cuatro días, y sobre la hijuela de entrega se sitúan tres compuertastoma mayores para toda la superficie, correspondiendo cada una por igual a una fracción de 120 hectáreas; con tal dotación es factible que puedan trabajar o estar proporcionalmente levantadas las tres tomas a la vez, de tal modo que por cada una entrará un tercio de la dotación inicial: $240 \div 3 = 80$ l./seg. Esto en el período de media, va que en noviembre, etc., se hace mayor. Lógicamente, al reducir el caudal debemos aumentar el tiempo, para mantener la cantidad total de entrega al final del turno. Este será entonces tres veces mayor, y el índice de cálculo ya no es 16 m./Ha., sino 48 m./Ha. Así la fracción N° 1 de 100 hectáreas recibe agua durante 80 horas, cada fracción de 50 hectáreas riega por 40 horas, etc., hasta la fracción de 10 hectáreas, que regarán 8 horas cada una: lógicamente con 80 l./seg. del ejemplo. Se completa entonces, para cada fracción mayor (A, B o C), las 96 horas del turno que permanecen invariables.

¿Qué se logra con este procedimiento? Evitar los riegos precipitados, el desborde en cauces chicos y propender a un aprovechamiento más integral o racional del agua de riego por los regantes como por los cultivos.

Los riegos estacionarios de penetración, no excesivos, favorecen por lo común la incorporación del agua al complejo suelo, el mantenimiento de la estructura "física" conveniente y el desarrollo de los cultivos. Sólo así es posible mantener perfectamente normales y con buena producción, paños de viña que sólo reciben 5 ó 6 riegos durante todo el año, como hemos podido apreciar.

A fin de reunir todos los datos referentes al ejemplo usado, hemos confeccionado la planilla inserta en la página siguiente, cuya simple observación permite comparar las cuatro técnicas consideradas:

Ya en posesión de la cantidad y de la forma de entrega del agua de riego a una propiedad cualquiera, estamos en condiciones de determinar la distribución del líquido dentro de la misma, el aprovechamiento unitario y, consecuentemente, las necesidades de líquido por hectárea, en general y de acuerdo con el cultivo considerado.

Pero en la práctica estas determinaciones no resultan fáciles, porque dependen de una serie de factores que inciden para que el caudal o la unidad l./consumida varíe considerablemente, muchas veces, con respecto a dos épocas o momentos comparados, al cultivo explotado, etc. En síntesis podemos considerar los siguientes factores que varían el aprovechamiento o consumo del caudal:

- 1) Del caudal total del río en un determinado momento, con referencia al total fijo de las hectáreas que sirve. Correlativamente esto significa caudal de entrega de la hijuela considerada, para las hectáreas que irriga.

Superficie irrigada: 360 hectáreas.
 Subdivisión: 11 propiedades o fracciones, desde 10 hasta 100 hectáreas.
 Dotación o caudal normal continuo: 120 l./seg.
 Época de observación o aforo del caudal ejemplo: mes de octubre.
 Relación o índice: 0,33 l./seg./Ha.

Propiedad N°	Superficie en hectáreas	Dotación continua sin turno l./seg. (caudal)	Tiempo del turno alternado en dotación continua con 120 l./seg. de caudal	Tiempo del turno con dotación doble de 240 l./seg. a mitad de tiempo	Tiempo o turno en igual dotación, pero a 1/3 entrega simultánea: 80 l./seg. de caudal
1	100	33,3	53 hs, 20 m.	26 hs, 40 m.	80 horas (A)
4	50	16,6	26 » 40 »	13 » 20 »	40 » (B)
8	50	16,6	26 » 40 »	13 » 20 »	40 » (C)
9	30	10,0	16 » »	8 » »	24 » (C)
10	30	10,0	16 » »	8 » »	24 » (C)
5	25	8,3	13 » 20 »	6 » 40 »	20 » (B)
6	25	8,3	13 » 20 »	6 » 40 »	20 » (B)
7	20	6,6	10 » 40 »	5 » 20 »	16 » (B)
2	10	3,3	5 » 20 »	2 » 40 »	8 » (A)
3	10	3,3	5 » 20 »	2 » 40 »	8 » (A)
11	10	3,3	5 » 20 »	2 » 40 »	8 » (C)
360		Aprox. 120 l./seg. <i>Impracticable</i> por la subdivisión y por el poco caudal.	8 días o 192 horas. En uso, según época de riego.	4 días o 96 horas. De aplicación general, sobre todo en época crítica.	Idem: 4 días cada fracción por igual, simultáneamente. De aplicación racional.

REDUCCIÓN:

8 días = 192 horas = 11.520 minutos = 691.200 segundos
 4 días = 96 horas = 5.760 minutos = 345.600 segundos

Este momento o época, establecido como período, determina a su vez un cierto aprovechamiento del agua, dentro de las épocas de máxima, media y mínima, estabilizadas generalmente para cada red, en base a los estudios del promedio de caudal por meses o períodos.

- 2) Del turno de la hijuela, cantidad de turnos totales: aprovechables y no aprovechables.
- 3) De la clase de cultivo y sus necesidades. Competencia de agua por los cultivos y "período crítico".
- 4) De la longitud de la red de distribución, de la naturaleza del revestimiento y de los suelos en que se asienta o atraviesa, y de las pérdidas ocasionales y específicas (Valor del coeficiente de pérdidas).
- 5) De la naturaleza del suelo cultivado, de la capacidad de retención de agua, de la relación entre punto de marchitamiento y humedad equivalente, de la capacidad de campaña, etcétera.
- 6) Del sistema de riego adoptado, incluida la técnica con que se realiza y en menor grado, la hora en que se efectúa el riego.

Con mayor detalle desarrollaremos, en parte, alguna de estas causas. Respecto al primer factor tomemos un ejemplo práctico interesante: el río Diamante que tiene empadronadas aproximadamente 95.000 hectáreas del departamento de San Rafael, de acuerdo con los promedios de los últimos 10 años (1943/52) da el siguiente caudal medio mensual (Caudal de aforo en río):

Enero, 60,3 m.³; febrero, 44,5; marzo, 29,2; abril, 21,1; mayo, 18,8; junio, 17,0; julio, 15,9; agosto, 15,9; septiembre, 17,2; octubre, 22,6; noviembre, 39,3, y diciembre 66,8 metros cúbicos.

Es obvio que estas variaciones de caudal se reflejarán consecuentemente, tanto en el caudal de distribución como en la dotación de entrega de la hijuela. Aunque se trata de caudal de río aforado, este ejemplo nos es igualmente útil, pues refleja la variación típica del cauce. Si consideramos ahora los meses, agrupados según el caudal expresado, se establecen por ejemplo tres períodos: uno de máxima, otro de media y otro de mínima. Gráficamente y de acuerdo con el total de meses útiles o aprovechables, principalmente con referencia a cultivos frutícolas, expresamos entonces estos períodos, mencionados en el segundo punto:

Períodos según variaciones de caudal y situación del período crítico

PERIODO CRITICO				
MIN.	MED.	MAX.	MED.	MIN.
AGOS. - SEP.	—	OCT. - NOV.	—	DIC. - ENE. - FEB.
		MAR.		— MAY.

De acuerdo con los caudales anteriormente expresados, el valor respectivo de cada periodo sería con referencia a las 95.000 hectáreas empadronadas (por tratarse de caudal aforado en río) y según la relación litros/segundos/hectáreas:

PERÍODO DE MÍNIMA:

Promedio	17 m. ³
Relación o índice	0,18 l./seg./Ha.

PERÍODO DE MEDIA:

Promedio	30 m. ³
Relación o índice	0,32 l./seg./Ha.

PERÍODO DE MÁXIMA:

Promedio	57 m. ³
Relación o índice	0,61 l./seg./Ha.

Podemos acercarnos más aún a la situación real que se plantea en un cauce sistematizado, si consideramos los periodos mencionados, no ya directamente de acuerdo con el caudal del río, sino según el caudal distribuido del mismo, o agua aprovechable que entra por los canales. Existen en verdad estos aforos especiales que se denominan de *caudal mínimo distribuido*, porque la lectura de los linímetros o aforadores se hace en todos los canales a hora temprana, cuando el caudal de entrada es mínimo, ya que alrededor de las 12 a las 13 (fenómeno casi a diario), la entrada de agua va aumentando hasta eso de las 16 o las 17, hora cuando se mantiene algo estacionario, para decrecer luego al atardecer.

La relación de caudal aforado en río o caudal distribuido es de alrededor de 30 a 40 % menos el segundo, con respecto al primero y varía según época. Puede suceder también que en periodos de crecientes o de grandes caudales, la entrada se mantenga uniforme, y entonces la pérdida o fracción no aprovechable es superior al 50 % en ese momento.

En la práctica se ha observado que existe para el Diamante una gran similitud entre la relación de caudal aforado de río a superficie empadronada, por un lado, y de caudal mínimo distribuido a superficie irrigada (que es de unas 66.000 hectáreas), por el otro, con índices muy semejantes en los periodos respectivos.

El *periodo crítico* que abarca desde mediados de septiembre hasta mediados de diciembre o más bien, a fin de noviembre, presenta un índice promedio de 0,37 l./seg./Ha. Es evidente que el mínimo distribuido normal está por sobre este índice.

Este periodo crítico que menciona el punto 3, aparece al establecerse la competencia del agua de riego, por las necesidades de los diversos cultivos en explotación; así por ejemplo en noviembre, para la zona, habrá necesidad de regar:

- a) La viña, después del "cuaje";
- b) Los frutales, después de una limpieza o para completar la misma;
- c) El maíz (general, primer riego);
- d) Se continúa con la plantación y el arraigo de tomate y pimiento;
- e) Iniciar los riegos periódicos en la papa, etcétera.

El número de turnos, factor importante que también se menciona como causa, depende a su vez, tanto del criterio adoptado por el organismo distribuidor, como de la relación entre el caudal de entrega y las hectáreas que sirve la hijuela, ya que los turnos se confeccionan generalmente por hijuela; relacionados asimismo con las entregas sucesivas de las hijuelas que posee el canal y del modo como hemos visto en los sistemas o métodos anteriormente expuestos.

Los turnos más comúnmente adoptados en la provincia son los de ocho, siete y seis días, en forma tal que si tomamos, por ejemplo, uno de estos periodos, nos es permitido determinar el número total y el aprovechable de turnos al año. Tomemos como base el turno de ocho días, por ser el más generalmente adoptado y más aconsejable.

Contando el año con 365 días, el total de turnos teóricos (sin descuentos de corta de agua, de periodos de cosecha y días aprovechables, etc.), es de 45 ó 46. Pero en la práctica, solamente son aplicables y realizables, alrededor de un 65 por ciento.

Considerando el total de días aprovechables, de acuerdo con las características de cada mes, tenemos:

	Aprovechables para frutales en general	Aprovechables para cultivos anuales y otros	No aprovechables
Enero	31	31	—
Febrero	28	28	—
Marzo	15	30	—
Abril	—	15	15
Mayo	15	15	15
Junio	—	—	30
Julio	—	—	31
Agosto	15	15	15
Septiembre	30	30	—
Octubre	31	31	—
Noviembre	30	30	—
Diciembre	31	31	—
Periodo anual	226	256	106

Promedio: 238 a 244 días aproximadamente.

Turnos en 226 días: 28 aproximadamente, } con intervalo de 8 días.
 » » 256 » 32 »
 » » 106 » 13 »

Promedio en 240 días: 30 turnos aprovechables.



FIG. 6. — Para las acequias menores, las sobreacequias y para las mismas regueras situadas dentro del "paño", las compuertas simples, como la del grabado, son siempre necesarias. Conviene que el marco sea de madera dura, pero la hoja puede confeccionarse con madera de álamo, convenientemente impermeabilizada y pintada.

De 28 a 32 turnos, son entonces los generalmente utilizables en las propiedades cultivadas. Estas cifras concuerdan con las observaciones llevadas a cabo en varias zonas irrigadas de la provincia. A su vez estos turnos se alternan o prorratean dentro de la "finca", según cantidad y la clase de cultivo.

En lo que respecta a los otros factores, tales como longitud de red, las pérdidas por la naturaleza del terreno, el revestimiento y la capacidad del suelo, etc., aun no se conocen en grado necesario y en la zona, los denominados con justicia, "coeficientes prácticos de aplicación", mediante cuyo empleo se pueden tener en cuenta estos factores. Ellos deben ser obra exclusiva de la experimentación, pues es necesario contar para tales fines con verdaderos departamentos de experimentación e investigación dentro de los organismos afines, con laboratorios de análisis, cuerpos de investigadores, etc., y apelar, en principio, a la constitución y al ajuste de los primeros coeficientes con aforos de caudal. Es necesario tener bien presente que, además, estos coeficientes deberán ser locales preferentemente, y representativos de regiones o "microzonas" de características semejantes. A medida que la técnica y la práctica avanzan conjuntas y establecen una fisonomía técnicopráctica, sumamente racional en la explotación de los cultivos de la zona, estas investigaciones y sus resultados se van haciendo más y más necesarios.

Actualmente, y por regla general para todas estas pérdidas consideradas, se aplican coeficientes bases que pueden fluctuar, según las manifestadas características del suelo y la longitud de la red, entre 20% de pérdidas: ($C = 0,80$), para una red normal, con suelo franco no muy arenoso, y un 30% de pérdidas: ($C = 0,70$), para redes de cierta longitud con suelos arenosos, sueltos.

Determinados y medidos, si se quiere, todos los factores que pueden incidir, dentro de lo racional, en la distribución y consumo del agua de riego, estaríamos en condiciones de reunir todos estos datos afines, formar un todo orgánico y proceder a aplicar un procedimiento, para hallar cuantitativamente este consumo de agua, valor importante que nos revelaría las necesidades hídricas de un cultivo en estudio.

Sucintamente, el procedimiento a emplearse giraría en torno a una recopilación o adición de todos los riegos útiles, aplicados a una unidad de superficie; pero esta síntesis que incluye el total de agua de riego recibida puede hacerse, ya sea en forma laboriosa, con la suma de cada uno de los riegos que completan el período anual, o en forma general, con riegos tipos, por período base (máxima, media y mínima), o si no por promedio general que incluye una medida en caudal, índice y coeficiente, multiplicado todo por el número anual de riegos.

Como vemos, según la justeza que deseamos lograr en el cálculo considerado, será el procedimiento a adoptarse. No obstante y en todo momento, deberemos incluir como factores, los elementos hallados en su verdadero grado de incidencia de acuerdo con nuestras posibilidades.

CONCLUSIONES

Son muchos los factores a tenerse en cuenta para lograr la sistematización racional del agua de riego, e innumerables también los problemas que la incidencia de estos factores crean, tanto en el medio a aplicarlos, como en organizar previamente el asunto.

El riego es un arte complejo. Sabemos que desde el punto de vista técnico, de obras, trazado de cauces, etc., es de por sí una materia que compete, específicamente, al ingeniero civil. Pero concluida esta labor previa, es decir "puesta" ya el agua en el terreno, nos encontramos recién con numerosos y complejos aspectos del tema que escapan a la esfera de conocimientos del profesional mencionado, para entrar de lleno a constituirse en problemas técnicoagronómicos, atinentes al profesional ingeniero agrónomo.

Mucho es en verdad lo que queda por hacer todavía en tal sentido y vastas son nuestras zonas de riego que reclaman una mayor acción directa del agrónomo. Valgan si no los problemas mencionados en el presente trabajo, que son sólo una pequeña parte de los numerosos motivos de estudio, aun pendientes, que se refieren a una de las más fecundas aplicaciones de la técnica por el hombre, en el suelo: la irrigación artificial.

Mendoza tiene innumerables problemas específicos de riego: desde el análisis de las aguas en servicio, para el conocimiento de la naturaleza y cantidad de sus sales, la composición previa y transformación de los suelos irrigados por acción del líquido, la determinación de los "coeficientes experimentales" de cada zona, la naturaleza del revestimiento en los cauces y su relación con las pérdidas, etc., hasta el conocimiento de las necesidades de agua, según los cultivos, el consumo unitario base y la determinación y relación del período crítico en cada caso. Son todos ellos temas apropiados para una experimentación o una investigación racional.

De acuerdo con los antecedentes consignados y con el breve estudio de los factores estudiados, nos es factible ya encarar un cálculo de consumo general o específico. En ambos casos partiendo de una zona o ambiente determinado es posible llegar a cifras definidas.

Lógicamente, en nuestro medio este estudio deberá orientarse específicamente, hacia los cultivos que constituyen los puntales de nuestra economía andina que se encuentran desarrollados en la mayor superficie cultivada dentro de la provincia.

Así, resulta de suma necesidad conocer lo que atañe al consumo y la necesidad de agua de riego en la vid, primariamente, en los diversos frutales de pepita y carozo, luego, y en la alfalfa y cultivos hortícolas extensivos (papa, tomate, pimiento), posteriormente.

En lo que respecta a estos últimos y en especial al tomate y al pimiento sobre todo, sería sumamente interesante conocer la necesidad de agua de riego de los mismos a fin de relacionarla con la del cultivo permanente, base de nuestra explotación (la vid generalmente); de tal modo, tendríamos un valioso elemento de juicio para el trazado previo de nuestros planes anuales de explotación, ya que, conociendo nuestra dotación y sus posibilidades para el riego, previa deducción correspondiente al cultivo permanente, dispondríamos del resto para los mencionados cultivos anuales, cuya superficie nos es dable fijar cada año.

No se establecerían así esas "incompatibilidades" que notamos en las "fincas" dedicadas a la explotación de dos o más cultivos, aun anuales, de gran producción, problema muy común en el medio, que se agudiza desde mediados de primavera y que hace resaltar la evidente situación del "período crítico".

RESUMEN

Se enumeran sumariamente, en el presente trabajo, los antecedentes de orden geográfico, orogénico e hidrológico de la primer provincia argentina sistematizada para el riego, que contribuyen a fijar de tal modo la naturaleza y el régimen de los ríos andinos cuyo inteligente aprovechamiento es la razón de ser de la riqueza agraria mendocina.

Se consignan la superficie y las características fundamentales de los grandes cursos sistematizados de la región, los ríos Mendoza, Tunuyán, Diamante, Atuel, Grande y Barrancas. Complementando estos conocimientos, se acompañan gráficos y planillas ilustrativas y se incluyen análisis de suelos y de aguas de los ríos citados, superficies, módulos, etcétera.

Se estudia ordenadamente la sistematización del agua de riego en sus diversos aspectos; la función y la importancia de la misma, de acuerdo con su gravitación en la economía regional; el desarrollo de una red normal de distribución para su conocimiento y estudio, y los esquemas simples de riegos en frutales, etcétera.

Se especifican las bases y los elementos a tener en cuenta para un cálculo de caudal, con el análisis de los turnos, los riegos utilizables por la planta, etcétera. Con respecto a la dotación, se estudia el aprovechamiento de la misma y su distribución basados en cuatro métodos fundamentalmente posibles.

A fin de establecer y determinar los distintos periodos, se estudian brevemente los factores que provocan las variaciones del aprovechamiento o uso de los caudales sistematizados y se fija luego el periodo crítico, posterior a los de máxima, media y mínima.

Se reúnen así una serie de antecedentes que concurren a formar una idea más cabal y precisa de las bases sobre las que debe asentarse una sistematización racional de riego.

LITERATURA CONSULTADA

- 1) Apuntes y observaciones prácticas de los autores, sobre el manejo y distribución del agua de riego en los ríos Mendoza, Tunuyán, Diamante y Atuel, realizadas durante los años 1950, 1951 y 1952.
- 2) Artículos de autores varios sobre temas de riego, aparecidos en diversos órganos periodísticos: "Boletín de Industrias y Fomento Agrícola" (Mendoza); revista "B. A. P." (Mendoza); revista "La Chacra" (Bs. Aires); revista "Mundo Agrario" (Bs. Aires); diario "Los Andes" (Mendoza), etcétera.
- 3) BISTRAIN, PABLO. — *Recopilación de procedimientos, fórmulas y datos utilizables en la medición del agua*. Revista de Irrigación en México, vol. XXIII, México, 1942.
- 4) CASTRO ZINNY, HORACIO. — *Riego, población y riqueza*. Enciclopedia Agrícola Argentina, vol. 32, Buenos Aires, 1947.
- 5) CENTRO ESTUDIANTES DE INGENIERÍA. — *Apuntes del curso de Hidráulica*. Universidad Nacional de la ciudad Eva Perón, 1945.
- 6) CONTI, MARCELO. — *Primera contribución al estudio hidrológico de los suelos de nuestra zona de regadío*. Facultad de Agronomía y Veterinaria. Jornadas Agronómicas, Buenos Aires, 1937.
- 7) CONTI, MARCELO. — *Tratado de hidrología agrícola*. Biblioteca Agronómica y Veterinaria, Buenos Aires, 1942.
- 8) DIENERT, M. — *Hidrología agrícola*. Enciclopedia Agrícola Wery, España, 1926.
- 9) FORTI, ANGEL. — *Posibilidades de fuerza motriz de los ríos andinos de la República Argentina*. Editorial Guillermo Kraft Ltda., Buenos Aires, 1944.
- 10) LOMBARDOZZI, VICENTE P. — *Aguas y suelos de Mendoza*. Provincia de Mendoza, Imprenta Oficial, 1945.
- 11) LYON, L. y BUCKMAN, H. — *Edafología, naturaleza y propiedades del suelo*. Ediciones Acme Agency, Buenos Aires, 1947.
- 12) RAGGIO, JUAN L. — *Hidráulica agrícola*. Editorial El Ateneo, Buenos Aires, 1947.
- 13) RISLER, E. y WERY, G. — *Riegos y drenajes*. Enciclopedia Agrícola Wery, España, 1919.
- 14) SABELLA, PEDRO F. — *Tratado de geografía general de la provincia de Mendoza*. Mendoza, 1936.
- 15) VITALI, GALILEO. — *Hidrología mendocina: contribución a su conocimiento*. Imp. D'Acuzzio, Mendoza, 1940.

INDICE

ANTECEDENTES	5
Introducción	5
Breves antecedentes orogénicos, geográficos e hidrológicos	5
TÉCNICA DE LA SISTEMATIZACIÓN	19
Función e importancia del agua de riego.....	19
Red normal de distribución	20
Esquema de riego por surco	22
Bases para el cálculo de caudal: turno y dotación	27
CONCLUSIONES	39
RESUMEN	41
LITERATURA CONSULTADA	42