

TRABAJO DE INTENSIFICACIÓN

Pasantía en el Consorcio Hidráulico del Valle Bonaerense del Río Colorado

TOMÁS BIONDO BOERO

TUTORA: DRA. CECILIA PELLEGRINI
CONSEJERO: DR. MARTÍN ESPÓSITO
CONSEJERO: ING. AGR. (MAG.) LEANDRO GOÑI
INSTRUCTOR EXTERO: ING. AGR. DIEGO ECHEGARAY



OCTUBRE, 2024

AGRADECIMIENTOS

Llegamos. Digo llegamos porque, por suerte, estuve siempre bien acompañado.

Gracias a mi familia, papá, mamá, hermana, abuelos, sostén fundamental para poder realizar todo este camino y a su vez, poder disfrutar cada momento. Tengo mucha suerte.

A mis amigos, la familia que elegimos. Siempre acompañando, empujando, ayudando, a veces complicando también, pero viene en el combo. Disfrutar, creo, es lo más importante en cada etapa que transcurre, y ellos siempre están dispuestos a disfrutar y divertirse. Especial mención a Facu, que compartimos todo el periodo de la pasantía conviviendo y trabajando juntos en el Consorcio. A Nacho por recibirme en Pedro Luro, hacer todo más divertido y siempre estar predispuesto a ayudar.

A Lucía, mejor compañera imposible. Siempre al lado, escuchándome quejar, lamentar, protestar, también repasar mil y una veces, haciendo de profesora, compañera, psicóloga, todo. Y principalmente, siendo más feliz que yo cuando las cosas salían bien. Gracias.

Chicho, Juan, Cande, Caro y Carmín, grupazo. Muchas cosas no hubieran salido como salieron si no fuera por ellos. Horas y horas haciendo trabajos, estudiando, repasando. También disfrutamos mucho. Fue un realmente un placer.

También agradezco a cada persona perteneciente a la UNS que fue parte de este proceso, especialmente a la gente del Dpto. de Agronomía. Agro tiene algo especial, algo distinto. Un sentido de pertenencia que no se genera en todos lados. Eso se ve en todos, alumnos, docentes y no docentes.

Gracias a Cecilia, siempre con las palabras justas y empujando para finalizar este proceso; a Martín, por ser el nexo entre el Consorcio y la UNS para que se pueda realizar esta pasantía; y a Leandro, por aceptar ser parte de este trabajo tan especial.

Con mucha emoción llegamos al final de este camino. Pero también arranca una nueva etapa, llena de expectativas y nuevos desafíos.

Gracias a todos.

INDICE

RESUMEN.....	3
INTRODUCCIÓN.....	5
EL VALLE BONAERENSE DEL RÍO COLORADO (VBRC)	6
Caracterización productiva	6
Sistema de riego predominante en la zona	11
FUENTES HÍDRICAS Y AUTORIDADES RESPONSABLES.....	12
Objetivos generales	15
Objetivos específicos y de formación.....	15
EXPERIENCIA ADQUIRIDA.....	16
MODALIDAD DE TRABAJO	16
ÁREA DE TRABAJO.....	16
ACTIVIDADES REALIZADAS	18
Detección de anomalías	18
Control de malezas.....	19
<i>Limpieza de los canales</i>	21
Supervisión de los canaeros	24
Aforos	24
Turnados	27
Nuevas tecnologías para atenuar los efectos de la crisis hídrica en el VBRC.....	28
<i>Sistema de riego por compuertas y su automatización</i>	28
<i>Impermeabilización de canales con geomembranas</i>	29
<i>Pérdidas por infiltración en canales impermeabilizados vs canales de tierra</i>	32
<i>Otras alternativas para disminuir pérdidas por infiltración</i>	33
Reunión final sobre la temporada de riego	34
Otras actividades realizadas	35
CONSIDERACIONES FINALES.....	37
BIBLIOGRAFÍA.....	39

Resumen

En el marco del trabajo final de la carrera, realicé una pasantía en el Consorcio Hidráulico (CH) del Valle Bonaerense del Río Colorado, en la zona de Pedro Luro, ocupando el puesto de Coordinador General de Riego. La región, con un clima semiárido templado, una deficiencia hídrica de 300 a 500 mm anuales y suelos predominantemente de textura gruesa, cuenta con campos de secano y de riego donde se llevan adelante diversos sistemas productivos. El sistema de riego preponderante en la zona es el riego por gravedad, en surcos o melgas, transportando el agua desde el río Colorado, a través de canales primarios, secundarios y terciarios, hasta los campos. Como coordinador general de riego en Pedro Luro tuve bajo mi cargo la coordinación de siete canales secundarios, que recibían agua del canal primario "Unificador III".

Las tareas que desarrollé consistían en mantener los canales limpios de malezas (lama), coordinando y supervisando las limpiezas, detectar anomalías en los canales, reportar roturas y luego organizar la logística para solucionar los problemas que surgían diariamente. Todo esto con los objetivos de incrementar la eficiencia de utilización del recurso hídrico y mantener una correcta distribución del agua en los canales, en un contexto de crisis hídrica que se ha sostenido los últimos años. Para cumplir estos objetivos se tuvieron que desarrollar diferentes tareas y, por ende, supervisar cuatro canaletes durante la pasantía.

Además de las tareas asignadas, participé de actividades que se realizan entre el CH y los regantes para atenuar los efectos de la falta de agua y mejorar la distribución. Por ejemplo, conocí las obras de impermeabilización de canales con geomembranas, principal tecnología adoptada en la región. También participé de las charlas que el CH realiza con el objetivo de concientizar sobre la situación de déficit hídrico y la importancia de que los regantes sean lo más eficientes posible una vez que el agua ingresa a los establecimientos. Se promueve que los productores busquen y adopten nuevas tecnologías en los procesos actuales para que la zona sufra lo mínimo posible los efectos de la crisis hídrica.

Más allá de los aprendizajes técnicos, que fueron muy valiosos, destaco haber conocido una zona productiva en la que aún hay mucho por hacer, y haber podido relacionarme con los productores de la región, que tienen distintas formas de producir y puntos de vista sobre el futuro del Valle. También fue muy enriquecedor haber trabajado en equipo con gente dedicada a distintas tareas (maquinistas, transportistas, canaletes,

profesionales, productores) que hacen que la zona, aún con sus limitaciones, sea tan importante para la provincia y el país.

Introducción

El río Colorado es un elemento natural de vital importancia y pertenece al grupo de los sistemas patagónicos de vertiente atlántica. Tiene una extensión de 1.200 km desde sus orígenes en la Cordillera de los Andes, hasta su desembocadura en el Océano Atlántico. Su cuenca abarca un área de 48.000 km², que se extiende por las provincias de Mendoza, Neuquén, La Pampa, Río Negro y Buenos Aires (Figura 1). Atraviesa una diagonal árida, siendo este río el principal recurso para el abastecimiento de uso urbano, agropecuario, minería e industrial (Aumassanne, 2019).



Figura 1. Cuenca del río Colorado (tomado de la Secretaría de Recursos Hídricos, 2023).

Desde el punto de vista territorial, la dinámica y organización de la región del río Colorado depende de numerosas variables, las cuales se conjugan de acuerdo con las características del ambiente natural y de las dinámicas sociales, políticas y culturales. Así, quedan definidas las siguientes microrregiones (Mariano, 2016):

- ✓ microrregión de la cuenca alta o del Borde Andino
- ✓ microrregión Catriel, 25 de Mayo y Casa de Piedra
- ✓ microrregión de Río Colorado
- ✓ microrregión del Valle Bonaerense del Río Colorado (VBRC)

La cuenca del río Colorado posee condiciones climáticas semidesérticas pero cuenta con toda la potencialidad de utilización del agua para la generación del desarrollo productivo. Las principales áreas bajo riego corresponden a las provincias de La Pampa, Río Negro y Buenos Aires.

El valle bonaerense del río Colorado (VBRC)

Esta microrregión comprende parte de los partidos de Villarino y Patagones, sobre las márgenes izquierda y derecha del Río Colorado, respectivamente, abarcando una superficie de 535.000 ha. Su principal característica es que se ha desarrollado como una importante zona de riego para la producción agropecuaria.

Caracterización productiva

El VBRC cuenta con campos de secano y de riego y los suelos son predominantemente arenosos (Figura 2), lo que permite el crecimiento de una gran variedad de especies, tanto cereales como oleaginosas, así como también cultivos hortícolas y gran cantidad de pasturas.

El clima preponderante es semiárido templado, con una deficiencia de agua de 300 a 500 mm anuales. Gracias a la posibilidad de complementar la demanda hídrica con riego, es posible llevar adelante una adecuada producción de una amplia variedad de cultivos.

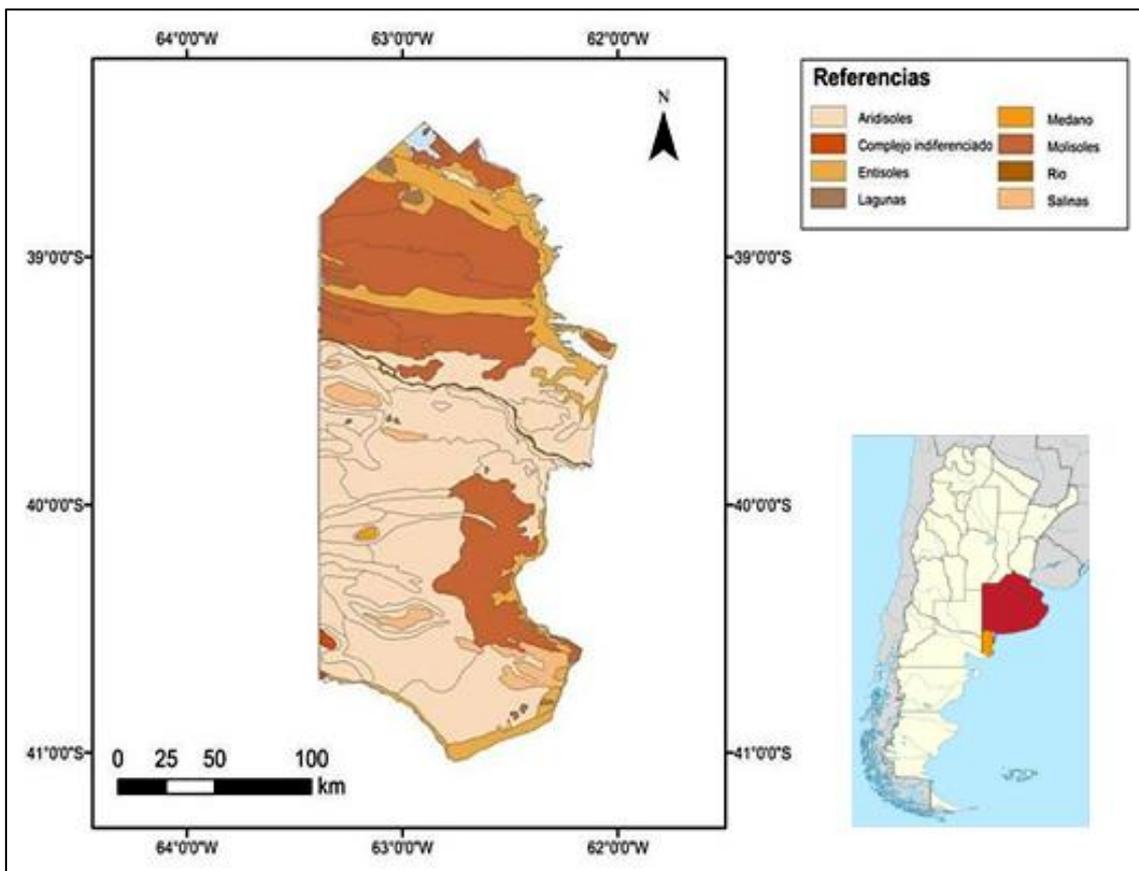


Figura 2: Suelos de los partidos de Villarino y de Carmen de Patagones (adaptado de Apezato, 2014).

Si bien las lluvias no son abundantes, la posibilidad de contar con riego permite cubrir las deficiencias hídricas y permite diversificar la producción, llevando adelante sistemas productivos y cultivos que no serían posibles bajo sistemas de secano.

En cuanto a la actividad agrícola, ésta incluye cultivos de invierno y de verano (Tabla 1). Los principales cultivos de invierno son trigo, avena y cebada que, si bien tienen la mayor parte de su ciclo en la temporada sin riego, el mismo se utiliza de manera complementaria en los momentos claves para ayudar a elevar el rendimiento. Para cultivar estas especies invernales se realiza un riego presiembra y luego, si es necesario, se vuelve a regar en etapas avanzadas de encañazón o floración, ayudando a finalizar el ciclo e incrementando la producción.

Tabla 1. Superficie sembrada (en ha) con cereales en la zona del VBRC en la campaña 2022-2023, por cultivo e intendencia (fuente: Departamento de Economía de CORFO).

	Mayor Buratovich	Pedro Luro	Villalonga	Total
Trigo	650	570	15.225	16.445
Maíz	3.844	4.535	1.763	10.141
Avena	3.172	2.020	10.316	15.508
Centeno	93	77	1.650	1.820
Cebada	1.238	1.743	5.381	8.362
Sorgo	742	177	2.341	3.260
Girasol	78	1.225	3.208	4.510
Girasol (semilla)	3.385	1.047	2.754	7.185
Total	13.203	11.393	42.637	67.232

Por su parte, los principales cultivos de verano son maíz y girasol. Ambos tienen gran preponderancia en la zona ya que se siembran con el objetivo de producir grano y semillas híbridas. En particular, el cultivo de maíz también es cultivado para realizar reservas de forraje (Figura 3).

En cuanto a la actividad ganadera, ésta es llevada adelante por establecimientos que tienen ciclo completo o que se especializan en la terminación del ganado en planteos pastoriles, mixtos o feed-lot. Las existencias bovinas alcanzaron unas 346.441 cabezas para mediados de 2023 (Tabla 2).

Los recursos utilizados (Tabla 3; Figura 4) son principalmente pasturas puras de alfalfa o consociadas con otras leguminosas y gramíneas. También se utiliza el maíz como recurso forrajero, ya sea en grano o como silaje de planta entera. Ambas opciones pueden darse solas o dentro de una ración conformada por otros alimentos.



Figura 3. Lotes de producción de girasol para grano y semilla, regados por gravedad.

Tabla 2. Total de cabezas de ganado bovino, por categoría e intendencia, 2022-2023 (fuente Departamento de Economía de CORFO)

	Mayor Buratovich	Pedro Luro	Villalonga	Total
Vacas	52.494	62.442	27.248	142.183
Vaquillonas	10.460	19.041	5.394	34.894
Novillos	9.359	23.606	16.072	49.036
Terneros	40.742	47.619	20.391	113.953
Toros	1.708	3.332	1.334	6.374
Total	114.762	156.038	75.640	346.441

Los tambos son de gran importancia en la zona. Estas producciones utilizan principalmente pasturas puras de alfalfa como recursos forrajeros. Hay establecimientos que optan solo por brindar forraje en pie, mientras otros complementan con silajes de maíz o sorgo de planta entera, granos de maíz o alimentos balanceados.

Tabla 3. Superficie sembrada (en ha) con pasturas perennes en la zona del VBRC, por cultivo e intendencia, 2022-2023 (fuente Departamento de Economía de CORFO). Otras: Festuca, Agropiro y otras especies. PC: Praderas consociadas.

	Mayor Buratovich	Pedro Luro	Villalonga	Total
Alfalfa (semilla)	791	1.381	1.620	3.792
Alfalfa pastura	8.255	6.790	5.955	20.999
Subtotal	9.046	8.171	7.574	24.791
Otras (semilla)	0	852	0	852
Otras	14.266	24.069	33.469	71.803
Subtotal	14.266	24.920	33.469	72.655
PC (semilla)	82	0	0	82
PC	15.714	8.309	2.712	26.735
Subtotal	15.796	8.09	2.712	26.817
Total	39.108	41.400	43.755	124.263



Figura 4. Producción de pasturas (tomada de DIPROSE, 2022).

El VBRC es una zona reconocida por la actividad hortícola (Tabla 4), principalmente por la producción de cebolla y ajo. Sin embargo, en la actualidad, estos cultivos han sido reemplazados, en parte, por otras producciones extensivas mencionadas anteriormente, aunque igualmente son una actividad muy importante en el VBRC, ya que demandan gran cantidad de mano de obra y capital. La cebolla domina la actividad hortícola,

seguida por el ajo y por la papa. Este rubro es llevado adelante por productores que poseen poca extensión de tierra (chacras) y por arrendatarios que alquilan pequeñas porciones de terreno a establecimientos. Los productores que tienen poca extensión de tierra diversifican la producción, sembrando cultivos como zanahoria, tomate, zapallo, entre otros.

Tabla 4. Superficie sembrada (en ha) con cultivos hortícolas en la zona del VBRC, por cultivo e intendencia, 2022-2023 (fuente Departamento de Economía de CORFO). Otros: Verduras de hoja, tomate, pimiento y otras especies hortícolas.

	Mayor Buratovich	Pedro Luro	Villalonga	Total
Cebolla	2.161	2.137	2.857	7.155
Ajo	104	20	0	124
Papa	55	12	2	69
Zapallo Anquito	114	22	0	136
Zapallo Tsukabuto	124	85	56	266
Zanahoria	0	6	0	6
Otros	48	35	0	83
Total	2.605	2.318	2.915	7.838

Para sustentar todas estas producciones, la zona se caracteriza por utilizar como principal método de distribución de agua y riego, el tradicional sistema de riego por gravedad (Figura 5). Más del 95% de la superficie regada en el área se realiza por medio de estos métodos, ya sea por surco o melga, tanto para cultivos intensivos como extensivos (Bongiovani y Anze, 2020).



Figura 5: Riego de cebolla por surcos en el VBRC (tomado de Bongiovanni, 2020)

La mayor demanda hídrica por parte de los principales cultivos se produce en los meses de diciembre y enero. El sistema de riego implementado permite así evitar el déficit hídrico de primavera y verano, para que los cultivos y forrajes puedan alcanzar el máximo potencial de producción con estabilidad (Cordisco et al., 2019).

Sistema de riego predominante en la zona

El riego por gravedad consiste en la aplicación de una lámina de agua que avanza sobre la superficie del suelo, distribuyéndose a lo largo y ancho de la parcela a medida que se infiltra. La ventaja de este tipo de riego es que su bajo costo de aplicación del agua porque no requiere consumo de energía. Sin embargo, entre sus desventajas, se encuentra la necesidad de manejar grandes volúmenes de agua, requiere nivelación del suelo y su baja eficiencia de riego (Cordisco et al. 2019).

Este método es el más ineficiente para la distribución de agua, presentando un mayor porcentaje de pérdidas respecto a los sistemas presurizados. Es por esto que se deben realizar estudios, continuo mantenimiento de canales y acequias y obras hidráulicas con el objetivo de mejorar la distribución y disminuir el volumen desperdiciado de agua. Uno de los principales métodos para reducir pérdidas que actualmente se está utilizando es el revestimiento de los canales con geomembranas (Figura 6), ya que permiten una mejor circulación del agua y evitan las pérdidas por infiltración, principal problema debido a la textura del suelo de la región.



Figura 6. A) Tramo impermeabilizado del canal secundario “El Puma”; B) Rollo de geomembrana

Fuentes hídricas y autoridades responsables

Las aguas del río Colorado son derivadas al área de riego del VBRC por un sistema de tres tomas ubicadas a ambos márgenes del río, que abastecen a cinco canales primarios de riego (CORFO Río Colorado, 2019; Figura 7):

- ✓ Toma I: Abastece al canal Matriz Mayor Buratovich (48.087 has) y al canal Unificador I (8.556 ha);
- ✓ Toma II: Abastece al canal Unificador II (16.013 has) y al canal Villalonga (33.844 ha);
- ✓ Toma III: Abastece al canal Unificador III (29.610 ha).

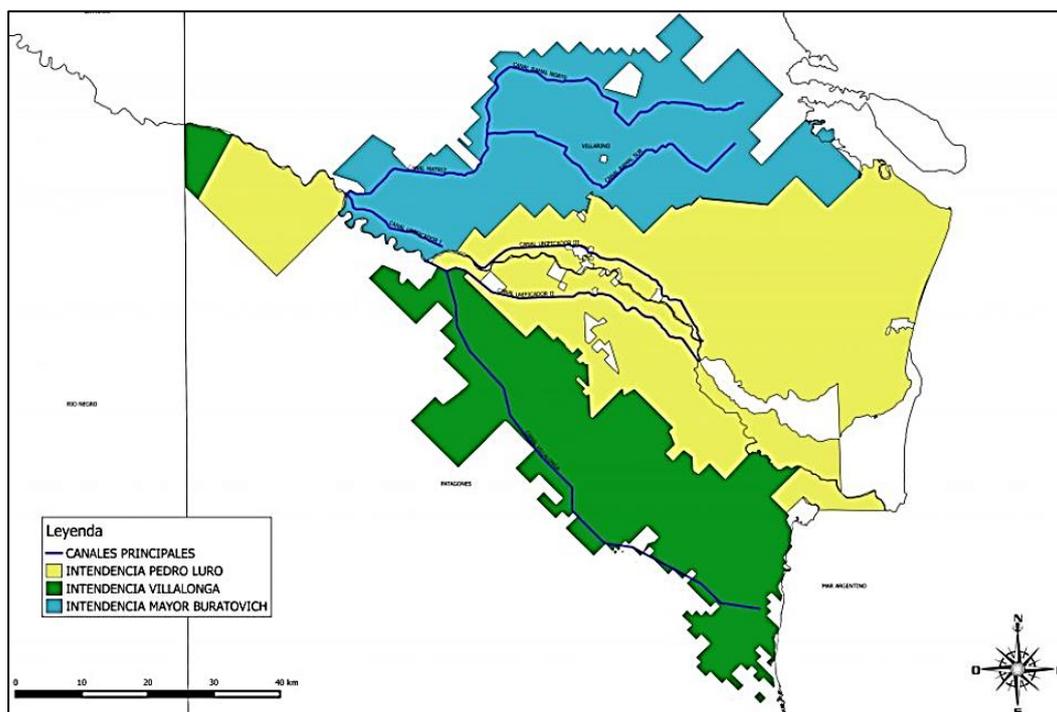


Figura 7. Intendencias y canales primarios del VBRC (Sistemas de Información Geográfica, CORFO)

La supervisión y administración de los canales y del río la realiza la *Corporación de Fomento del Valle Bonaerense del Río Colorado* (CORFO), entidad autárquica con capacidad de derecho público y privado y articulada con el Poder Ejecutivo a través del Ministerio de Desarrollo Agrario de la Provincia de Buenos Aires. CORFO tiene el carácter de “Ente Regulador” y tiene la potestad de sancionar a los responsables de realizar mal manejo del recurso hídrico o de los recursos económicos, incluso en aquellos canales que no estén bajo su cargo.

En cuanto a los canales secundarios, que derivan de los Unificadores, canal Matriz y canal Villalonga, esta función se reparte entre CORFO y el *Consortio Hidráulico* (CH),

este último creado en mayo de 2007 con el objeto de prestar servicios relativos a la construcción, mantenimiento y administración de obras de riego y drenaje. Este CH está integrado por todos los titulares de concesiones de riego de la zona del VBRC.

En la actualidad, la finalidad del CH se define en cuatro objetivos principales:

- ✓ Mejorar la eficiencia y la distribución del agua: se realiza la gestión técnica de los canales secundarios, buscando capacitar a los regantes y canaleros para concientizar sobre la importancia de un uso eficiente y cuidado del agua apta para riego
- ✓ Mejorar la gobernabilidad: a través de un aumento en la participación de los regantes en las decisiones, mayor transparencia y que se tomen acciones colectivas que intenten mejorar el funcionamiento de los canales y la distribución del agua
- ✓ Buscar financiamiento: para cubrir las inversiones necesarias para cumplir con las obras de infraestructura de los canales y las obras que los regantes necesiten dentro de sus campos
- ✓ Descentralizar funciones y obligaciones: se busca un traspaso parcial de competencias y servicios desde la administración pública (CORFO) a los usuarios regantes.

En este período, según un análisis hídrico realizado por el *Comité Interjurisdiccional del Río Colorado* (COIRCO), el río Colorado se encuentra en una situación grave en cuanto a la disponibilidad y calidad del agua (COIRCO, 2021). El volumen anual promedio calculado para la serie 1940-2010 es de 4.630 hm³. Sin embargo, durante la escasez hídrica del periodo 2010-2021, el promedio se redujo a 2.640 hm³, mientras que durante el ciclo 2021-2022 fue del orden de 1.240 hm³ (Figura 8). Por lo tanto, es de vital importancia redoblar esfuerzos para mantener la dinámica de los turnos de riego, realizar mejoras en los canales y sistemas, con el objetivo de mejorar la eficiencia del uso del agua.

Además de la escasez de agua, un problema que cada vez toma mayor relevancia es la calidad de la misma. El agua del río Colorado tiene alto contenido de sales y sólidos disueltos (Figuras 9 A y B), condición que se agrava cuando el caudal se reduce, aumentando la concentración de estos compuestos. La mala calidad, combinada con el bajo caudal, complica aún más el panorama de la zona, principalmente debido a que no se pueden realizar los riegos con el caudal suficiente para lavar las sales del perfil del suelo.

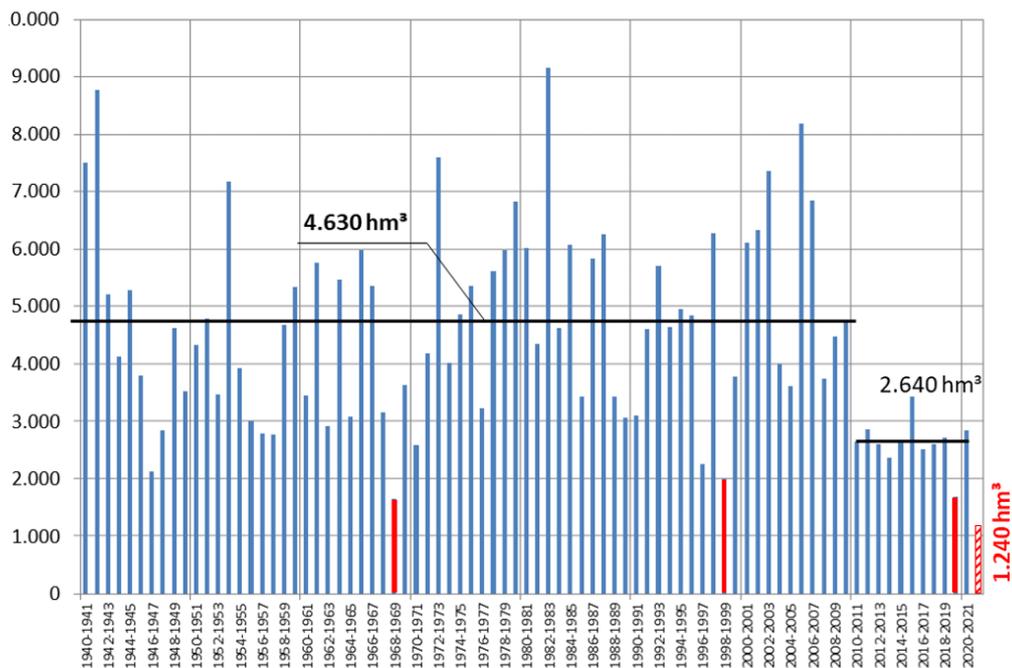


Figura 8. Volúmenes anuales promedio del río Colorado medidos en Buta Ranquil, Neuquén (COIRCO 2021).

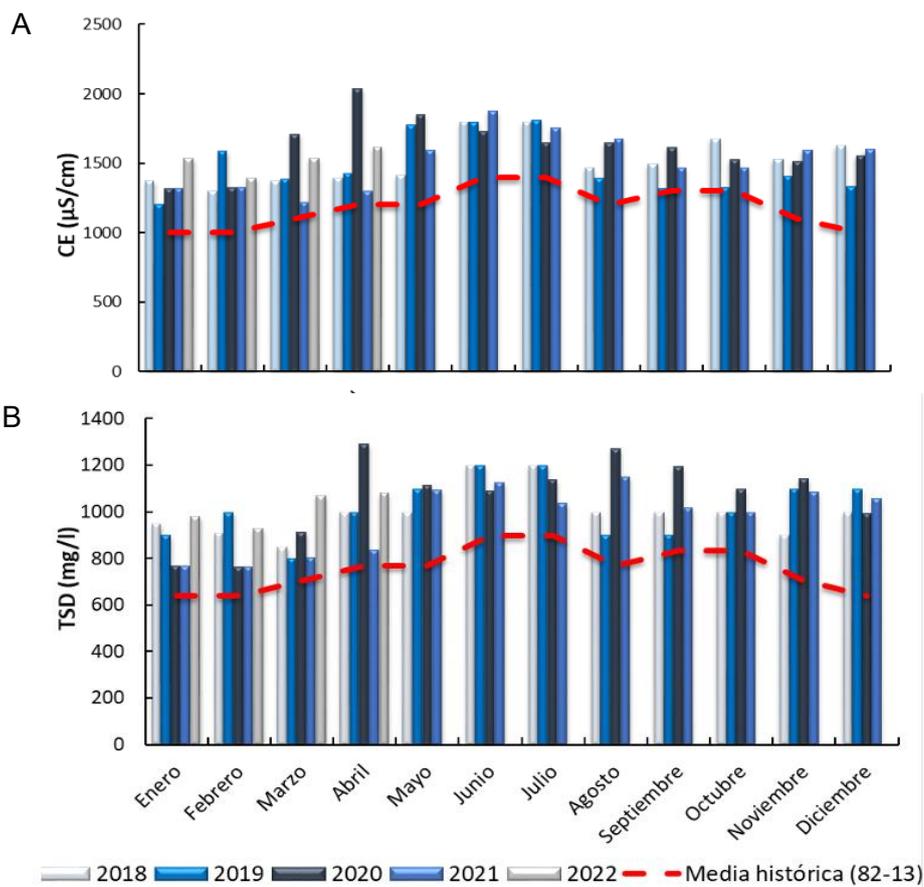


Figura 9: Calidad del agua del río Colorado, medida en Paso Alsina, Buenos Aires **A:** Conductividad eléctrica (CE) expresada en $\mu\text{S}/\text{cm}$; **B:** Total de sólidos disueltos (TSD) expresado en mg/l (Aumassane et al, 2022).

Entre los objetivos del CH aparece la prestación de servicios relativos a la construcción, mantenimiento y administración de las obras de riego y drenaje, así como el desarrollo de actividades de capacitación del recurso hídrico, promoviendo la modernización y adecuación técnica de la zona de riego, bajo un estricto cuidado del medio ambiente. Para cumplir con estas funciones, el CH cuenta con personal propio que supervisan las tareas de mantenimiento, a la vez que interactúan con autoridades de dependencias gubernamentales de distinta jurisdicción para gestionar obras y mejoras de la red hídrica. Entre los profesionales que participan de estas tareas, los Ingenieros Agrónomos desempeñan un rol importante, sobre todo en las actividades de gestión que afectan a los sistemas productivos de la región.

Objetivos generales

Aplicar y validar los conocimientos y competencias profesionales adquiridas durante el desarrollo de la carrera de Ing. Agronómica, ganar confianza y desarrollar nuevas habilidades tanto personales como profesionales, a través de una pasantía en el *Consortio Hidráulico del Valle Bonaerense del Río Colorado*.

Objetivos específicos y de formación

- ✓ Participar de las actividades técnicas y de extensión realizadas por el CH;
- ✓ Adquirir criterios de observación y juicio de situaciones específicas;
- ✓ Relacionarse con profesionales, personal de trabajo y productores, adquiriendo capacidades para el manejo del personal y de comunicación;
- ✓ Justificar la toma de decisiones respecto a las actividades llevadas a cabo;
- ✓ Fortalecer el uso de herramientas de:
 - Búsqueda de información;
 - Redacción de informes técnicos;
 - Manejo e interpretación de datos;
 - Técnicas de exposición oral.

Experiencia adquirida

Modalidad de trabajo

Este trabajo se instrumentó a través de una pasantía en el Consorcio Hidráulico (CH) del VBRC, en el marco del convenio suscrito con la Universidad Nacional del Sur, y fue llevada a cabo en el área de influencia del mismo dentro del partido de Villarino y bajo la supervisión del Ing. Agr. Diego Echegaray.

La pasantía tuvo una duración de cuatro meses, iniciando el 12 de diciembre de 2022 y finalizando el 31 de marzo de 2023. Como pasante dentro del CH, me desempeñé en el puesto de “Coordinador General de Riego”, teniendo a cargo la coordinación de siete canales secundarios.

Área de trabajo

Los canales bajo mi responsabilidad fueron los denominados “El Fortín”, “Julieta”, “El Puma”, “Santa María”, “Remo”, “San Pedro” y “Santa Marina”. En ese orden se ubican las tomas de cada canal sobre el “Unificador II”. De estos cauces secundarios, nacen canales terciarios, y de éstos, los cuaternarios (Figuras 10, 11 y 12), siendo algunos coordinados por los propios productores regantes y otros, por el Coordinador General. En total, el área bajo mi responsabilidad fue de 22.270 ha (Tabla 4).

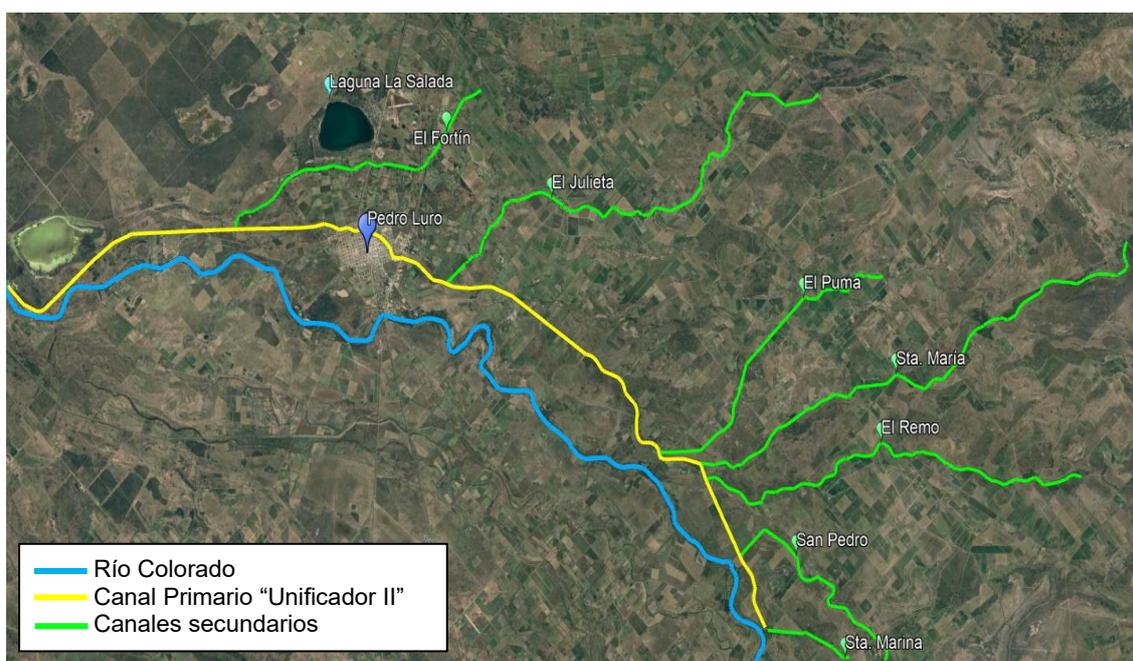


Figura 10. Imagen satelital del área de trabajo.



Figura 11. Vista del Canal primario "Unificador II".



Figura 12. Vista de la toma del canal secundario "Santa Marina".

Tabla 2. Hectáreas de concesión correspondientes a cada canal 2°

Canal Secundario	Concesión (ha)
“El Fortín”	1.769
“Julieta”	3.483
“El Puma”	2.696
“Sta. María”	1.890
“El Remo”	4.229
“San Pedro”	1.368
“Sta. Marina”	6.835

Actividades realizadas

Mis funciones como Coordinador General de los canales de la zona de Pedro Luro consistieron en recorrer regularmente cada uno de ellos para decidir las labores de mantenimiento a realizar. Estas tareas tenían el objetivo de asegurar la correcta circulación del caudal de agua para minimizar las pérdidas por infiltración y mantener la velocidad de escurrentía, de manera que el tiempo que tarda el agua en llegar desde la compuerta principal a las compuertas de los productores fuera el mínimo posible.

Detección de anomalías

Durante las recorridas, debía revisar para determinar si había algún tipo de anomalía a lo largo de los canales, registrar y reportar roturas de manera de solicitar su reparación o planificar reestructuraciones, las que se llevan adelante en el período sin disponibilidad de agua.

La Figura 13 muestra un ejemplo de rotura que documenté y reporté, donde se puede observar cómo se filtró el agua del canal, probablemente por la presencia de una cueva de algún animal.



Figura 13. Rotura en canal secundario "El Puma" que generaba filtraciones

En estos casos, es necesario identificar el sitio y el tipo de rotura, para comenzar la reparación y reestructurar la zona afectada utilizando una retroexcavadora.

Control de malezas

Una de las tareas más importantes que tenía que realizar periódicamente era la de monitorear la presencia de malezas dentro de los canales ya que la proliferación de especies espontáneas acuáticas impide la correcta circulación de agua en canales y acequias. Esto conlleva ineficiencias en la conducción y trae como consecuencia, una disminución en el caudal efectivo disponible a nivel de parcela (Figura 14 A).

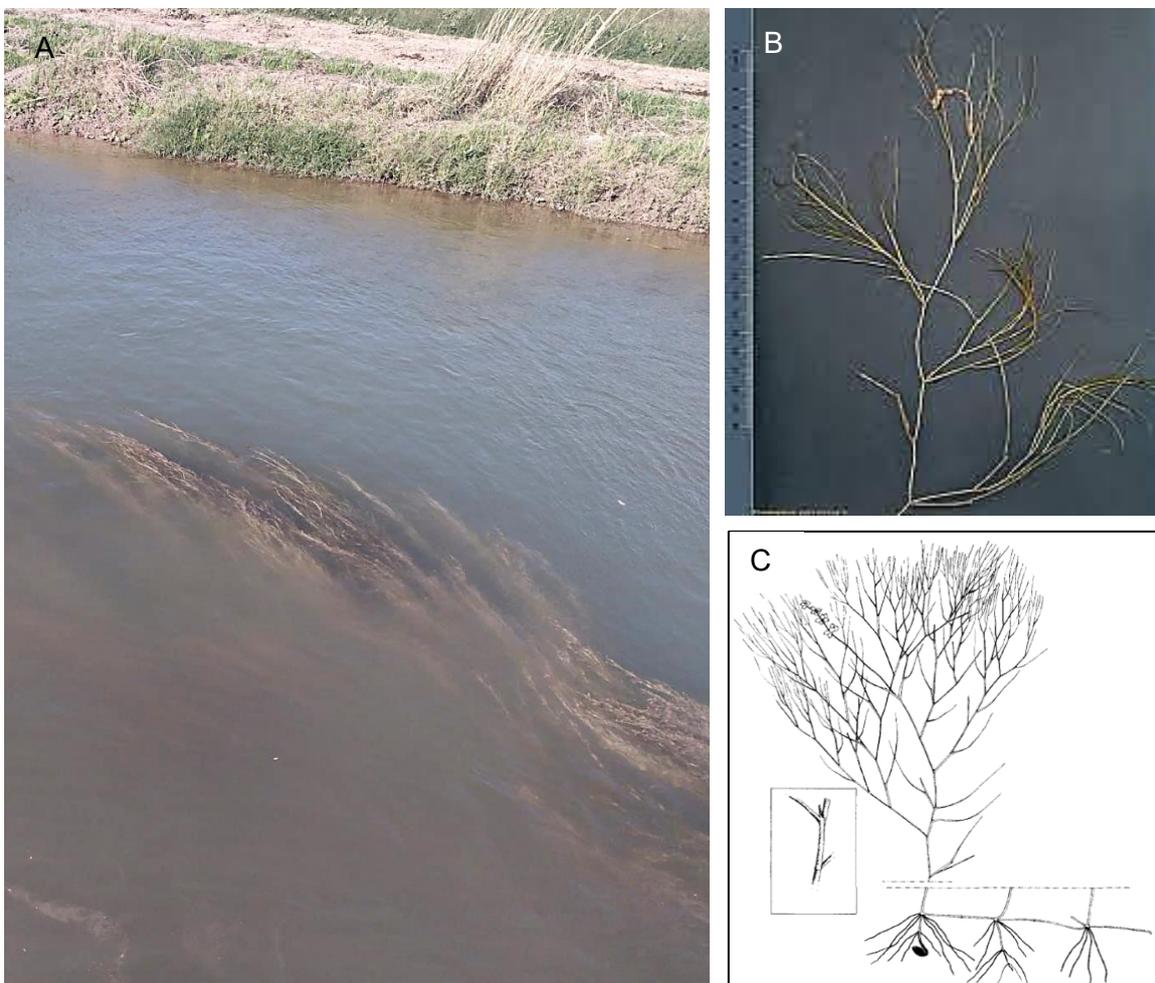


Figura 14. A: Presencia de *Potamogeton striatus* en canal secundario; **B:** Detalle de una planta; **C:** Esquema de una planta y sus estructuras.

En la zona del VBRC, las principales malezas responsables de esta problemática son *Potamogeton striatus* (actualmente reclasificada como *Stuckenia pectinata*) y *Chara contraria* (Barrena y Gaggioli, 2015). La primera se trata de una Angiosperma, perteneciente a la Clase Monocotiledóneas, Orden Fluviales familia Potamogetonáceas,

mientras que *C. contraria* es un alga verde. A ambas especies se las denomina vulgarmente como “lama”, y son las responsables de generar dos problemas principales que están asociados a su forma de crecimiento.

Por un lado, *Potamogeton striatus* (Figura 14 B y C) tiene un crecimiento erecto dentro de la masa de agua llegando hasta la superficie, provocando una disminución marcada de la velocidad de descarga del canal.

En cuanto a *Chara contraria*, esta alga tiene porte rastrero y achaparrado quedando totalmente sumergida y, a medida que aumenta de tamaño, reduce el volumen del canal (Figura 15 A-C).



Figura 15. A: Presencia de *Chara contraria* en canal de tierra; B y C: Detalles del crecimiento de *Chara contraria* que, al ocupar el fondo del canal, reduce el volumen de agua.

Limpieza de los canales

Debido a que los canales son de tierra y están interrumpidamente cargados durante la época de riego, el crecimiento de *P. striatus* y *Chara contraria* es continuo. La forma de manejo y control de estas malezas se basa en realizar de manera sistemática la limpieza mecánica en los canales. Para esto se cuenta con dos alternativas principales: limpieza con máquina retroexcavadora o con una cadena.



Para tomar la decisión de cuándo llevar a cabo la limpieza y qué tipo de sistema utilizar, realizaba un muestreo de lama. Para ello, utilizaba un gancho (Figura 16), que se introducía al canal para sacar la lama existente.

La decisión del método a utilizar era subjetiva y dependía del ojo y la experiencia del operador que realizaba el muestreo, ya que se basa en la cantidad y el tipo de lama presente.

Figura 16. Gancho para muestreo de lama en los canales de riego

En cuanto a las dos formas de limpiar los canales, la retroexcavadora está equipada con un rastrillo, que reemplaza al balde en el extremo del brazo mecánico. Este elemento permite raspar el fondo del canal y extraer la lama sin vaciar el canal, ya que el agua escurre a través del rastrillo (Figura 17).

Por otra parte, el método de la cadena consiste en el raspado del fondo y los taludes del canal con una cadena de gran tamaño y peso (similar a la cadena utilizada por los barcos para amarrar el ancla) (Figura 18 A), la que arranca la lama y la deja suelta dentro del canal. La cadena es arrastrada por dos tractores, uno a cada lado del cauce (Figura 18 B). Para este procedimiento se realizan de 3 a 5 pasadas en cada tramo, dependiendo

de la densidad de lama que exista. Este método es ideal para mantener el canal limpio cuando el desarrollo de las malezas aún no ha alcanzado un gran volumen.



Figura 17. Limpieza de un canal con retroexcavadora equipada con rastrillo.



Figura 18. A: Cadena utilizada para eliminar lama; **B:** Tractores realizando la limpieza de un canal con cadena.

Muchas veces, para la correcta limpieza de un canal, era necesario combinar las dos metodologías. Por ejemplo, la Figura 19 muestra una imagen de un canal muy cargado con lama. Para la limpieza de este canal, lo ideal sería realizar cinco pasadas con la cadena y que unas horas después del comienzo de la labor, ingrese una retroexcavadora para retirar los tapones de maleza y limpiar las zonas donde la cadena no alcanza.



Figura 19. Canal con alta carga de lama, tanto *C. contraria* como *P. striatus* (tomado de Molinari, 2016).

En caso de utilizar la cadena cuando la densidad de lama es muy elevada, es necesario supervisar la tarea de cerca y recorrer varias veces el canal, una vez terminada la limpieza, debido a que se forman aglomeraciones de plantas que pueden atascarse en medio del canal o trabarse en las retenciones a lo largo del mismo, haciendo de tapón, provocando embalses de agua y desbordes. Por este motivo, cuando se realiza limpieza con cadenas en canales muy cargados de lama, debe ingresar también una máquina retroexcavadora horas después, o a primera hora del otro día, para retirar los montones de lama que se forman a medida de la misma escurre.

El método de la cadena es más económico y rápido que el uso de la retroexcavadora con rastrillo, lo que lo convierte en el preferido a la hora de solicitar una limpieza. El inconveniente que suele surgir es que no se dispone en tiempo y forma de los operarios

y maquinarias requeridas para la tarea, lo que provoca que se entre tarde a los canales, cuando la densidad de lama es elevada y disminuye la eficiencia de la cadena. Esto encarece la limpieza ya que, como se comentó anteriormente, al haber mayor cantidad de lama se requiere el ingreso de la retroexcavadora para la limpieza posterior de los tapones de malezas que se forman y de las zonas donde no alcanza la cadena.

Supervisión de los canaeros

Entre las tareas a mi cargo estaba también la supervisión de los canaeros, que son las personas encargadas de abrir y cerrar las compuertas de los regantes para cumplir con los turnados. También realizan las tareas de aforo en cada retención y compuerta abierta, registran los aforos en una planilla tres veces por semana y llevan adelante las tareas de mantenimiento de los canales.

Si bien realizaba recorridos aleatorios con ellos para supervisar sus registros de aforos, debía estar en contacto permanentemente para que me actualicen sobre las novedades de cada canal y también para asistirlos con problemas que les surgían relacionados a sus actividades (por ejemplo, reposición de combustible, arreglo de motos, conseguir repuestos y elementos necesarios para sus labores, etc.).

Para los siete canales bajo mi responsabilidad, trabajé con cuatro canaeros: Claudio ("El Fortín"), Roberto ("Julieta"), Cristian ("El Puma" y "Santa María") y Manuel ("El Remo", "San Pedro" y "Santa Marina"). Para trasladarse y realizar sus actividades y recorridos contaban con dos motos (una principal y otra ante algún inconveniente con la primera), que son propiedad del CH.

Como mencioné, los canaeros son los encargados de abrir y cerrar las compuertas que permiten el paso de agua hacia los campos. Ellos poseen las llaves de los candados que traban las roscas de las guillotinas, por lo que son los responsables de cumplir con el turnado y con la concesión que se debe entregar a cada regante.

Una vez que abren una compuerta y comienza un turnado, deben esperar a que el caudal que pasa hacia la acequia se normalice para realizar el aforo y corregir, en caso de que sea necesario, la apertura de la guillotina.

Aforos

El aforo es el procedimiento por el cual se mide el caudal de agua que pasa por una sección a una determinada velocidad (Bongiovanni y Anze, 2020).

El aforo se puede realizar en cualquier punto del canal a través de distintos métodos. En este caso, para el registro de los canales, se aforaba en la toma principal, en algunas de las retenciones a lo largo del canal, en la última retención y en las compuertas que se encontraban abiertas a lo largo del mismo al momento de aforar.

Para realizar el aforo de cada canal debíamos contar con tres datos:

- a) el ancho de la compuerta,
- b) la apertura de la compuerta, y
- c) la carga hidráulica.

El ancho es un dato conocido, y los canaeros cuentan con el registro de cuál es el ancho de cada compuerta. La apertura se medía con el aforador (Figura 20), que es una herramienta que consiste en dos partes de hierro con un tope. El procedimiento consistía en colocar el tope en la abertura, deslizábamos uno de los hierros hasta el borde de la compuerta y retirábamos el aforador con cuidado de que no se cierre. Luego, con un metro, medimos esta abertura.



Figura 20. Vistas de un aforador, compuesto de dos piezas móviles.

Por último, quedaba conocer el dato de la carga hidráulica del canal, y la forma de medirla depende del tipo de compuerta, ya sean libres o sumergidas (trabajando ahogadas) (Figura 21 A-D). En las compuertas funcionando sumergidas (Figura 21 A), la carga hidráulica se calcula como la diferencia, antes y después de la compuerta, de la altura del pelo de agua al borde de la hoja. En cambio, en compuertas funcionando libres (Figura 21 B), la carga se calcula como la altura del pelo de agua al borde de la hoja de la compuerta, dividido dos.

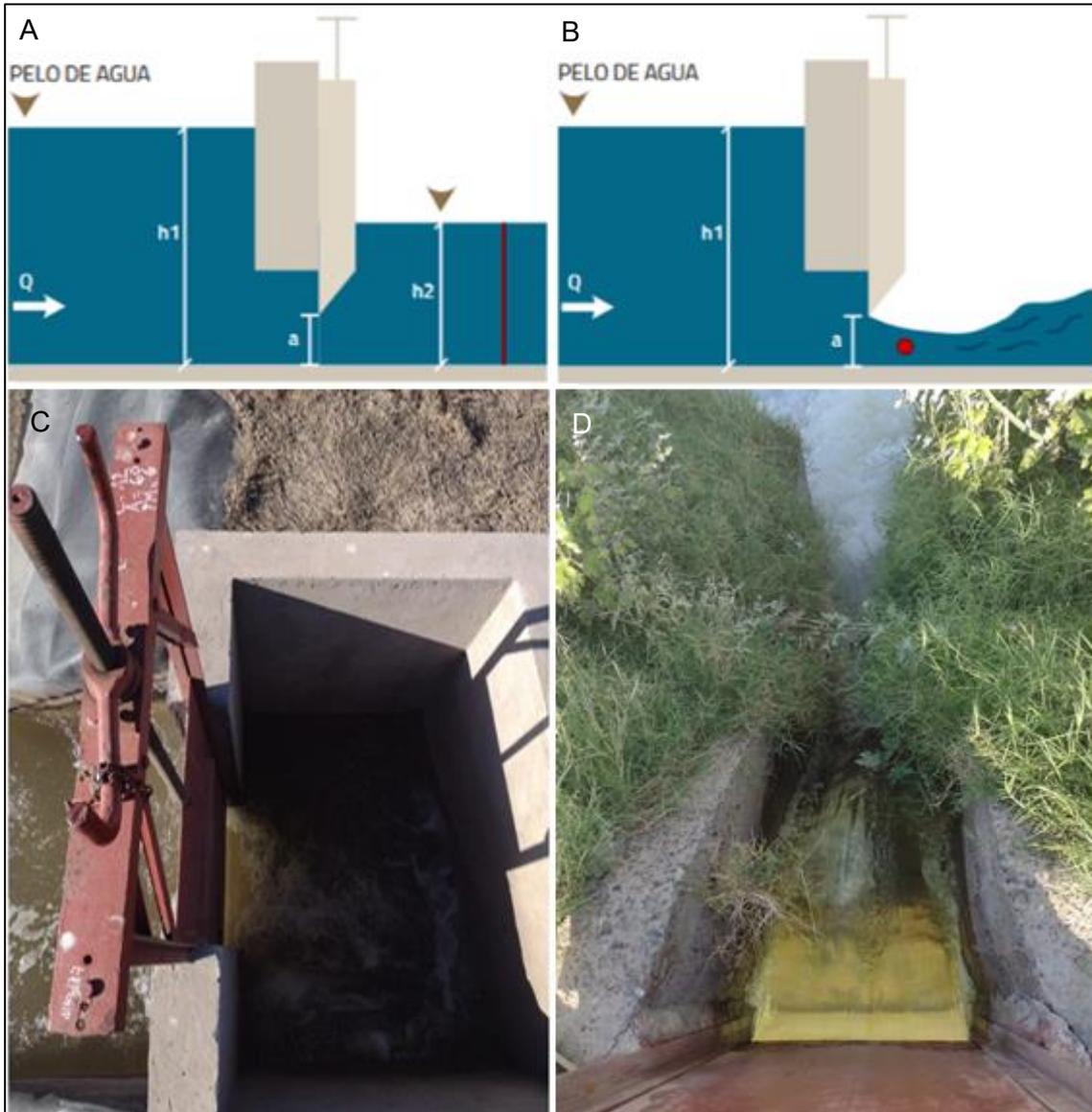


Figura 21. Tipos de compuertas. A-B) Esquemas de los tipos de compuertas y el cálculo de la carga hidráulica del canal. C) Vista de una compuerta trabajando ahogada; D) Vista de una compuerta trabajando libre. Q: caudal; h1-2: altura del agua antes y después de la compuerta; a: apertura de la compuerta.

Una vez obtenidos los datos requeridos (ancho y apertura de la compuerta y carga hidráulica) se calcula el caudal que pasa por un punto (rojo). La ecuación teórica utilizada es (Bongiovanni y Anze, 2020):

$$Q = a \times b \times \sqrt{2 \times 9,81 \times h \times 650}$$

Donde:

- Q: caudal (litros seg⁻¹)
- a: apertura de la compuerta (m)
- b: ancho de la compuerta (m)

- h: carga hidráulica o altura del nivel de agua (m)
- El término “650” corresponde a un coeficiente de gasto y un ajuste de unidades, y “9,81” es la aceleración de la gravedad.

Si bien esa es la ecuación teórica, a campo se utiliza una simplificación práctica:

$$Q = a \times b \times \sqrt{h} \times 0,029$$

Los términos a, b y h son iguales a los de la ecuación teórica (pero expresados en centímetros), mientras que 0,029 es una simplificación del resto de la fórmula.

Turnados

Para mejorar la eficiencia de riego, facilitar la organización de los regantes y favorecer a productores con pocas hectáreas de concesión, desde hace algunos años se realizan turnados de riego en cada canal. Esta modalidad consiste en dividir a los regantes en grupos, sumar sus hectáreas de concesión y concentrar el agua que recibirían en un determinado periodo de tiempo, en un espacio temporal más corto.

Por ejemplo, si armamos un turnado de 14 días para dos regantes que tienen la misma concesión (50 ha cada uno), uno de los regantes recibiría el agua de 100 ha de concesión durante 7 días, y al cumplirse ese período, pasaría a recibir todo ese caudal el otro productor por los siguientes 7 días. Suponiendo una concesión de 0,35 l/s/ha, cada regante recibiría 35 l/s durante una semana, en vez de 17,5 l/s. Este manejo mejora la eficiencia de riego, dado que es mayor la velocidad de avance del agua en el surco gracias al mayor caudal en la acequia. A pesar de que con esta estrategia se intercalan periodos con riego y sin riego, resulta beneficiosa dado que permite que el productor se organice ya que sabe con antelación qué días le tocará regar y podrá asignar el recurso al cultivo o pastura que lo necesite.

Este formato permite que ingrese mayor caudal a las acequias de cada productor y que haga un uso más eficiente del mismo. Así, productores con pocas hectáreas de concesión (chacras pequeñas) pueden regar en el actual escenario de crisis hídrica, cuando por momentos, no podrían hacerlo o lo harían con muy bajos caudales y de forma ineficiente, debido al poco volumen de agua que ingresaría a su campo. También permite realizar embalses, para aumentar la carga hidráulica en la entrada de agua a las acequias y para que los regantes que tienen el borde inferior de la compuerta a una

altura elevada y necesitan un pelo de agua superior para que la misma logre ingresar al campo, puedan regar regularmente sin mayores problemas.

El armado de los turnados está a cargo del Coordinador General, quien, de forma subjetiva y en función de distintas variables, define a qué productores agrupar y la duración que tendrá cada turnado. Estos grupos pueden definirse en función a las hectáreas concesionadas, afinidades entre productores que luego pueden arreglar entre ellos si se prestan horas de riego o si intercambian un turno, a la disposición de las compuertas a lo largo del canal, entre otras variables que pueden ser consideradas.

Nuevas tecnologías para atenuar los efectos de la crisis hídrica en el VBRC

Ante la crisis hídrica que afecta al VBRC, se han presentado y evaluado alternativas estructurales y tecnológicas para disminuir la pérdida de agua en los canales de riego y mejorar la eficiencia de uso dentro de las parcelas. Estas innovaciones por parte del CH, así como por los propios regantes que buscan y evalúan continuamente nuevas tecnologías, se han presentado ante autoridades a fin de llamar su atención para obtener medios y facilidades económicas. La adopción de tecnología muestra a los productores la funcionalidad y las ventajas que presentan en el actual contexto de crisis hídrica.

Algunas de estas innovaciones propuestas durante el período de mi pasantía fueron:

Sistema de riego por compuertas y su automatización

El CH organizó varias charlas y en una de ellas, se mostró un novedoso sistema de riego por gravedad aplicado por un productor (ya que el canal que se mostró en la charla, pasa por el campo). Esta tecnología la observó el productor en un viaje realizado en Australia y comenzó a aplicarla en su tambo, para el riego de pasturas.

El sistema consiste en regar las parcelas a través de compuertas colocadas en la acequia, que permiten el ingreso de un alto caudal cuando se alcanzó la mayor carga hidráulica posible. Es decir, el pelo de agua en la acequia alcanza el nivel máximo, generando una alta carga hidráulica, y al abrir la compuerta, ingresa un elevado volumen de agua que disminuye el tiempo de avance del riego, llegando con mayor velocidad al otro extremo del lote. De esta manera, se homogeniza la lámina de agua a lo largo de la parcela y se disminuye la mayor infiltración en la cabecera del lote. Este sistema reemplaza a los clásicos sifones.

El productor está desarrollando, además, un sistema para automatizar la apertura y cierre de las compuertas. Actualmente, las compuertas son abiertas y cerradas manualmente, pero con este sistema que están probando, buscan que ambos pasos sean realizados por un brazo mecánico automático en función de la altura del pelo de agua en la acequia (para abrir) y del avance del agua dentro del lote (para cerrar). Estas variables serían medidas por dos sensores. Uno, se colocaría en la acequia para medir la altura del agua y, por lo tanto, la carga hidráulica, determinando el momento ideal para abrir la compuerta y que el agua salga con la mayor velocidad de avance posible. El otro sensor sería colocado en un pie dentro de la parcela y censaría el avance del agua para determinar cuándo se alcanza el volumen de agua suficiente para regar por completo esa porción del lote y así, cerrar la compuerta. Todo este mecanismo sería alimentado por energía eléctrica generada por paneles solares.

Impermeabilización de canales con geomembranas

La principal tecnología que se está instalando y se busca que, en un futuro, alcance a la totalidad de los canales de la zona, es la impermeabilización de los canales con geomembranas (Figura 22).

Una geomembrana es un laminado plástico fabricado de polietileno con un grosor variable de 500 a 3000 micrones. El espesor de la membrana debe ser evaluado minuciosamente porque define el costo de adquisición de este producto, que es el principal gasto a la hora de presupuestar las obras. Además, el grosor también define características importantes como su vida útil y el riesgo de roturas, habituales por la presencia de animales que caen al canal y al salir rasgan el material.



Figura 22. Vista de un canal revestido con geomembrana.

La colocación de geomembrana tiene grandes beneficios para el manejo del agua y de los canales de riego. La principal, es la reducción de pérdidas, sobre todo por infiltración, que tienen los canales de tierra. También se reducen las pérdidas por evaporación, como consecuencia de la mayor velocidad de avance del agua dentro del canal. Se reduce el tiempo que tarda el agua en llegar desde la compuerta principal hasta las compuertas de los regantes, lo que reduce el tiempo que se pierde, sobre todo al principio de la temporada de riego, por el llenado de los canales. En caso de tener que cerrar un tramo del canal, también se ve favorecido el posterior llenado.

Otra gran ventaja en cuanto al manejo del canal, es que se evita el crecimiento de lama, ya que, al no tener fondo ni taludes de tierra, estas especies no pueden arraigarse y no pueden crecer. Esto reduce mucho los costos de mantenimiento, ya que no hay necesidad de hacer limpiezas sistemáticas con máquinas o cadenas.

En cuanto a limpieza y mantenimiento de los canales revestidos con geomembrana, con el pasar de los años se forman embanques de arena, debido a la gran cantidad que transporta el agua en suspensión. Si bien esto no genera grandes inconvenientes, principalmente porque el tiempo de acumulación es lento, se están evaluando distintos métodos de extracción de la arena, sin dañar la geomembrana. Una posibilidad es introducir a los canales máquinas barredoras que limpien y aspiren esta arena que se acumula en el fondo.

Otros cambios significativos que se lograrían al implementar la impermeabilización de canales son (GIRSAR, 2022):

- Aumento de la resiliencia al cambio climático: permitiría optimizar el sistema y cuidar un recurso por demás importante, constituyendo la única salvaguarda productiva a fin de sortear años de sequía prolongada, contribuyendo a la sostenibilidad de los sistemas productivos de la zona;
- Fortalecimiento y mejora en las prácticas productivas: esto sería posible gracias a una mayor disponibilidad de agua en el sistema, pudiendo ampliar zonas productivas, generando cambios y mejoras en los actuales usos del suelo y en la producción, intensificando producciones existentes y optimizando el uso actual;
- Beneficios sobre la economía familiar, local y regional: asegurar la provisión de agua y que la entrega sea estable en el tiempo permite a los productores planificar sus producciones e introducir nuevas especies y cultivos, aumentando la diversificación de la producción y generando mayores rendimientos.

A pesar de los evidentes beneficios que la implementación de esta tecnología tiene en el movimiento y uso del agua, aún no se ha podido avanzar como se quisiera en la impermeabilización de los canales. Los motivos principales son el rechazo de los regantes a tomar la decisión de comenzar con los proyectos, el costo de los mismos y la falta de contratistas especializados en la instalación de geomembranas.

Sobre el primer motivo se está trabajando continuamente con los regantes, brindándoles charlas informativas para mostrarles los beneficios de la impermeabilización y concientizarlos sobre su necesidad para que la zona pueda seguir utilizando el agua del río Colorado para regar. Afortunadamente, y gracias a estas reuniones y capacitaciones, cada vez más productores se informan sobre esta tecnología y apoyan los proyectos.

En cuanto a la problemática de los costos, es más complicada de abordar debido, principalmente, al contexto económico actual del país y a lo elevada que es la inversión, sobre todo para los regantes que tienen mayor cantidad de hectáreas con concesión. Para mitigar el esfuerzo económico, desde el municipio de Villarino se han lanzado préstamos para regantes y se han entregado rollos de geomembrana a pagar en un futuro. Aun así, la inversión es muy alta y se necesitan más facilidades económicas para avanzar y aumentar la velocidad con que se llevan adelante estos proyectos, ante una crisis hídrica cada vez más grave.

Sobre la necesidad de que haya más contratistas especializados en la tarea de instalación de las geomembranas, también se ha trabajado desde el CH y la situación ha mejorado desde el primer proyecto hasta ahora. Las obras son realizadas por CORFO y un contratista privado que se especializa en nivelación de lotes, terrenos y en la construcción de canales de riego. Un problema importante que se presentó durante la primera impermeabilización, fue que no se encontraban operarios capacitados para unir, mediante soldadura de los plásticos, los tramos de geomembrana que se colocaban en el canal. Esto sucedió, no sólo porque era un tipo de trabajo nuevo en la zona, sino también porque no se contaba con las herramientas necesarias para esta tarea. A partir de la gestión del Coordinador General del CH durante este proyecto y de la adquisición de estas herramientas por parte del CH, se pudo contactar a un contratista de la provincia de La Pampa para que realice estas tareas. Actualmente se lo sigue llamando y contratando para las nuevas instalaciones y, además, se busca capacitar a gente de la zona para poder realizar más obras simultáneamente y avanzar más rápido con los proyectos.

Pérdidas por infiltración en canales impermeabilizados vs canales de tierra

Uno de los principales motivos para transformar los canales de tierra en canales revestidos con geomembrana es reducir o eliminar las pérdidas de agua por infiltración. Los canales de tierra suelen presentar altas pérdidas debido a la textura gruesa de los suelos. Aunque durante el período de riego el suelo de los canales se satura de agua y las pérdidas disminuyen, éstas permanecen en niveles considerablemente altos, especialmente en el contexto actual de crisis hídrica. Reducir las pérdidas es esencial para que los productores puedan aprovechar al máximo el agua derivada del río Colorado hacia los canales primarios y secundarios.

La geomembrana emerge como una solución viable e interesante para mitigar las pérdidas de agua por infiltración. Por eso, en las reuniones de fin de temporada llevadas adelante por el CH, se mostraron datos de pérdidas de un mismo canal sin geomembrana (2022) y con geomembrana en un tramo (2023). También se compararon las pérdidas para la temporada 2022-2023 de dos canales: “El Puma”, canal con un tramo revestido, y “El Sta. María”, canal sin revestir.

La comparación de dos años distintos para un mismo canal, un año sin revestimiento y otro, con un tramo cubierto por geomembrana, resultó interesante. Para mostrar las diferencias a los productores, se presentaron dos gráficos donde se detallaban las pérdidas, expresadas en porcentaje, del canal secundario “El Puma” registradas en las temporadas 2021-2022 (canal sin revestir) y 2022-2023 (canal con un tramo revestido) (Figuras 23 y 24).

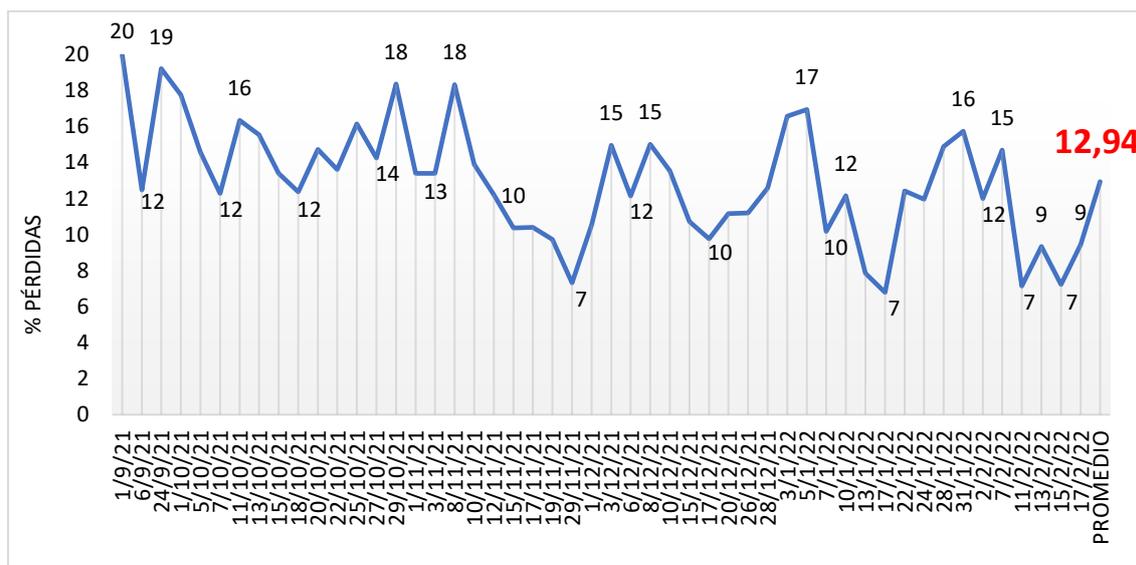


Figura 23. Pérdidas por infiltración (expresadas en porcentaje) del canal secundario “El Puma” en la temporada 2021-2022.

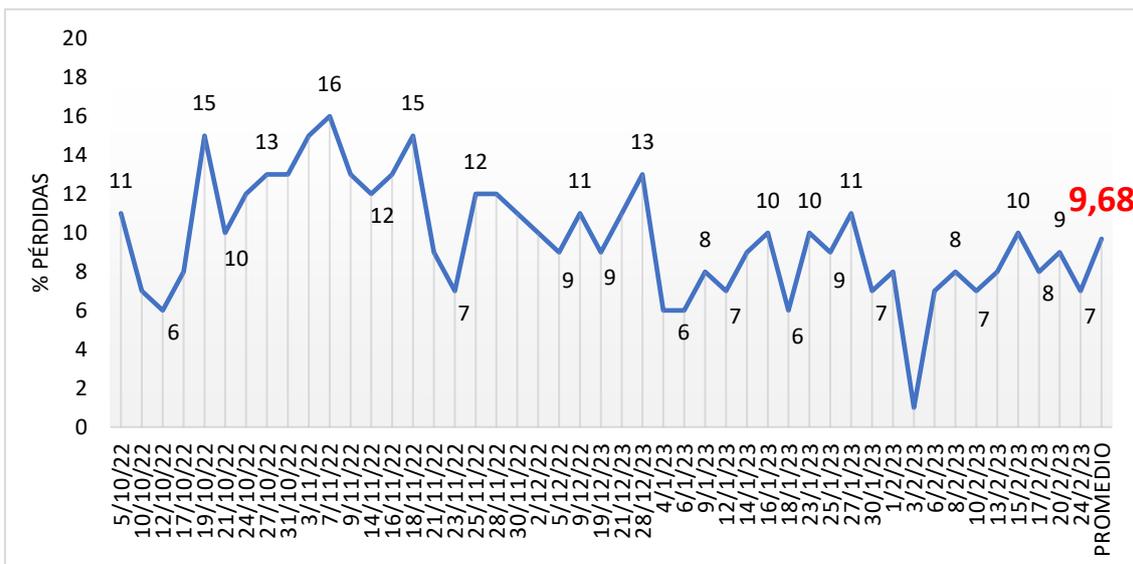


Figura 24. Pérdidas por infiltración (expresadas en porcentaje) del canal secundario “El Puma” en la temporada 2022-2023.

Las diferencias registradas fueron notables. Con sólo un tramo del canal revestido con geomembranas se lograron disminuir las pérdidas de 12,94% a 9,68%. Esa diferencia del 3,26%, para la temporada 2022-2023, representó 32 L seg⁻¹.

Otro dato importante que se podría brindar a los regantes es cuánto dinero se ahorró en trabajos de mantenimiento dentro del canal gracias a la reestructuración con geomembrana. El canal revestido no requiere de limpiezas sistemáticas de lama, ya que la misma no puede crecer sobre el plástico. Esto disminuye los trabajos necesarios durante la temporada.

Otras alternativas para disminuir pérdidas por infiltración

Además de introducir nuevas tecnologías de riego e intentar disminuir las pérdidas de agua en los canales primarios y secundarios, es importante también disminuir las pérdidas de agua dentro de los campos. En ese sentido, algunos regantes han apelado a otros recursos con este fin. Por ejemplo:

- ✓ Algunos productores han optado por impermeabilizar las acequias con silobolsas. Un elevado porcentaje de las pérdidas de agua ocurren una vez que la misma ingresó a las acequias debido a que, muchas veces, éstas están sucias, con presencia de gran cantidad de malezas, rotas o irregulares, todo esto por falta de mantenimiento. Teniendo en cuenta que, en épocas donde escasea el agua, llega poco caudal a las compuertas de los campos, y se suman las pérdidas dentro de

los mismos, el agua disponible es muy poca y puede no alcanzar para regar todos los lotes o cubrir los requerimientos de los cultivos. La colocación de silobolsas dentro de los canales reduce el crecimiento de malezas terrestres y acuáticas dentro de las acequias, favorece el escurrimiento del agua y anula la infiltración.

- ✓ Otro de los aspectos que ha mejorado la eficiencia de riego es la mejora en el diseño y nivelación de los lotes, gracias a nuevas tecnologías.

Reunión final sobre la temporada de riego

Al finalizar la temporada de riego, el CH organiza reuniones para discutir sobre cuestiones relacionadas al manejo de cada canal y sobre las obras y tareas de mantenimiento que se realizarán durante el invierno. Estas reuniones están a cargo del Coordinador General.

La reunión comienza con una presentación preparada por el Coordinador, donde se muestran distintos datos relacionados a la disponibilidad de agua durante la temporada, como la concesión brindada por CORFO, el caudal mínimo que debía llegarle a cada productor, el caudal que realmente le llegó, las pérdidas que tuvo el canal y también se muestran datos sobre las tareas de limpieza y las obras que se realizaron y cuánto costaron. Finaliza la presentación con la exposición de las obras recomendadas para el periodo sin riego.

Se prosigue con la exposición de datos económicos, a cargo de la contadora del CH que lleva a cabo la administración contable de cada consorcio.

Posteriormente, se discute el costo de la **cuota canalero** (esto es el dinero que se destina al salario del canalero, al mantenimiento de su casa y moto, y la provisión de combustible) y de la **cuota del consorcio**, que incluye todos los costos del funcionamiento del CH.

Luego, se discute sobre cuántas **horas máquina** se pagarán los siguientes meses. La hora máquina es un valor de referencia que corresponde al costo de una hora de trabajo de un modelo de retroexcavadora en particular. Las horas que se decidan pagar dependerá de las obras que se quieran realizar en el corto plazo y de las horas que se adeuden de periodos anteriores. La decisión depende del tipo de obra proyectada, lo que define las maquinarias que se utilizarán y cuánto tiempo llevará su finalización. No todas las maquinarias tienen el mismo costo, por lo que, según la maquinaria utilizada, una vez que finaliza la obra se realiza la conversión del valor final al valor de referencia

utilizado. Para esto, el Coordinador General prepara un presupuesto donde se detalla la maquinaria necesaria y el tiempo estimado, exponiendo el costo final en horas máquina.

Según la obra, también se pueden presentar presupuestos de empresas privadas, para que los regantes puedan decidir a través de qué entidad realizar las tareas. Esta posibilidad se presenta principalmente para las obras de impermeabilización, que son de gran magnitud y puede ocurrir que las maquinarias y trabajadores de CORFO no sean suficientes para asegurar la terminación de las obras para el comienzo de la temporada de riego.

Otras actividades realizadas

El CH tiene como objetivo capacitar y concientizar a los regantes sobre cuestiones de manejo de agua. Para esto, no sólo realiza capacitaciones y charlas sobre distintos temas, sino que también su personal participa de eventos que puedan contribuir a generar soluciones para los productores.

Como Coordinador General de la zona de Pedro Luro participé en la organización de una *Jornada de impermeabilización de canales* (Figura 25), que tenía el objetivo de mostrar las ventajas de revestirlos con geomembrana, explicar la dimensión de la obra y los trabajos que se llevaban adelante, despejar dudas e inquietudes de los regantes sobre este tema.



Figura 25. Jornada de impermeabilización de canales organizada por el CH en canal secundario “El Puma” (APROVIS).

A la vez, se aprovechó esta jornada para mostrar el sistema de riego australiano con altos caudales y compuertas automáticas en el que estaba trabajando uno de los propietarios, sistema que aún estaba a prueba ya que faltaban acomodar detalles de la automatización de la apertura y cierre de las compuertas.

Junto a Coordinadores de otras zonas, en una charla organizada por la EEA INTA Hilario Ascasubi sobre “*Recría y engorde con alfalfa en reservorios de riego*” de salmones siberianos (Figura 26).



Figura 26. Cartel de promoción de la charla técnica organizada por el INTA Ascasubi.

La participación en esta charla se debió a la inquietud de algunos participantes del CH sobre la posibilidad de criar los peces, para luego liberarlos en los canales y que éstos consuman las malezas que crecen en los cauces y así mantenerlos limpios, disminuyendo así la cantidad de limpiezas mecánicas a realizar en cada canal.

Consideraciones finales

Técnicas y académicas

La zona del VIRC se enfrenta a un momento crucial para su desarrollo y evolución, así como para la sostenibilidad de la producción a mediano y largo plazo. Sin agua para riego, las posibilidades productivas son limitadas y la viabilidad de los sistemas estaría comprometida. Por eso, ante la crisis hídrica actual, es fundamental concientizar más que nunca sobre la importancia del uso eficiente del agua y acelerar la ejecución de las obras que contribuyan a su cuidado.

También deberían buscarse distintas alternativas de riego, para dejar atrás el sistema de riego por gravedad, que es el más ineficiente, y pasar a otros sistemas como riego por aspersión o por goteo, que reducen las pérdidas tanto por evaporación como por infiltración. Si bien las nuevas maquinarias y tecnologías para la nivelación de lotes ayudan a eficientizar el riego por inundación, la transformación hacia otros sistemas es importante para poder aplicar menores volúmenes de agua y mantener los riegos de lavado de sales, los que actualmente no se realizan y su ausencia lleva a una salinización progresiva de los suelos.

Para la impermeabilización de los canales, se trabaja de manera continua en la planificación de futuras obras y en la búsqueda de financiación, tanto para la adquisición de geomembranas como para la realización de las obras en sí.

La principal problemática para avanzar con la modernización de los sistemas de riego en la zona del VIRC es el alto costo de la inversión y la forma de tenencia de la tierra. Entonces actúa como limitante la falta de acceso a la propiedad de la tierra, a lo que se le suma la necesidad de rotación de lotes que requieren varios de los principales cultivos. Entonces, los Ingenieros Agrónomos tienen la responsabilidad de aplicar bien el recurso en los sistemas productivos, tratando de adoptar y adaptar las nuevas tecnologías que se desarrollan y pudieran ser aplicadas en los campos de la zona de riego.

Las limitantes descritas demuestran que es muy importante la presencia de Ingenieros Agrónomos en la zona, que tengan la capacidad de explicar a los productores los perjuicios tendrán si no modernizan sus sistemas productivos. También deben concientizar sobre la importancia del recurso hídrico, tanto para la producción agrícola, ganadera y hortícola de la zona, como también para la sociedad y las distintas actividades industriales, sociales y culturales que se llevan adelante en el Valle.

Personales

La pasantía fue una experiencia valiosa tanto desde lo profesional como personal. La posibilidad de conocer una zona importante para la provincia y para el país, con una gran variedad de sistemas productivos y productores de distinta naturaleza e idiosincrasia, fue un gran aprendizaje. Pasé a trabajar con gente desconocida hasta el momento y tratar de lograr una relación de confianza que permita que apoyen las decisiones que fui tomando durante ese periodo y que trabajen convencidos en lo que estábamos haciendo, hasta absorber nuevos conocimientos de manejo de canales y riego, conociendo y entendiendo cómo esto afecta a los distintos sistemas, algunos de los cuales eran poco conocidos para mí.

Estoy muy agradecido por la buena predisposición de los productores a compartir sus experiencias y a abrirse para contar sus formas de pensar y de producir. También valoro la predisposición a mis compañeros del CH, que me ayudaron a adaptarme rápido y siempre estuvieron dispuestos a explicarme y ayudarme en los distintos problemas que surgían día a día.

En cuanto a habilidades personales, pude fortalecer mi capacidad de comunicación, por ejemplo, para hablar frente a distintos grupos de personas y contestar sus inquietudes. También mejoré mis aptitudes sobre cómo elaborar la información para presentarla en distintos tipos de informes, tablas, gráficos, y poder identificar qué información es importante y cual no es de interés para los distintos actores de cada reunión. Aprendí a tratar con trabajadores de distinta índole, autoridades de los distintos organismos, dirigentes y referentes de distintas áreas, cada uno con sus formas y sus personalidades. Además, pude ganar mayor independencia para la toma de decisiones y para el manejo del personal, desarrollando criterio profesional a lo largo de todo el periodo.

La pasantía fue un desafío desde distintos aspectos, especialmente a nivel profesional. Trabajar en una zona no muy conocida para mí y con sistemas productivos con los cuales no estaba del todo interiorizado, fue un reto en sí mismo. Sin embargo, esta experiencia expandió mis aprendizajes y el desarrollo personal que logré en este periodo. Sin duda finalicé la experiencia más formado en términos profesionales, con más herramientas y habilidades para enfrentar futuros desafíos, además de haber crecido personalmente. Estoy profundamente agradecido al Consorcio Hidráulico, especialmente por permitirme realizar esta pasantía y confiar en mí para llevar adelante estas tareas durante ese periodo.

Bibliografía

- Abeucci, C. y Sarafian, P. Cuenca del río Colorado: Cuenca N°60. Disponible en: <https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/60.pdf>
- Apezatto, Ana. 2014. Evolución del paisaje de la cuenca hidrográfica inferior del Río Colorado (Provincias de La Pampa y Buenos Aires). Tesis de Lic. En Geografía. Universidad Nacional del Sur, Departamento de Geografía y Turismo. Disponible en: https://repositoriodigital.uns.edu.ar/bitstream/handle/123456789/3239/Tesis_apetzatto.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Aumassane, Carolina M., Oricchio, P., Beget, María E., Gattinoni, N., Masseroni, María L., Fontanella, D., Varela, A., Ramis, V., Espíndola, A., Dunel Guerra, L., Vanzolini, Juan I. y Storniolo, R. 2022. Informe hidrometeorológico de la cuenca del río Colorado. Informe N°1. Centro Regional La Pampa-San Luis. EEA Anguil "Ing. Agr. Guillermo Covas". Agencia de Extensión Rural 25 de mayo. Disponible en: https://repositorio.inta.gob.ar/xmlui/bitstream/handle/20.500.12123/11856/INTA_CR_LaPampa-SanLuis_AER25deMayo_Aumassanne_C._Informe%20Hidrometeorologico%20de%20la%20cuenca%20del%20Río%20Colorado_1_2022.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Barrena, Pablo G., Gaggioli, I. Control químico de *Chara contraria* en canales de riego. Área de Desarrollo, CORFO Río Colorado. Disponible en: <https://corfo.gob.ar/wp-content/uploads/2015/12/Control-de-Chara-contraria-1.pdf>
- Bongiovanni, Marcos G. 2020. Desempeño del riego por superficie del cultivo de cebolla (*Allium cepa* L.) en el Valle Bonaerense del Río Colorado, Argentina. Propuestas para el aumento de la eficiencia de riego. Informe técnico N°71. Tesis de posgrado. INTA. Disponible en: https://repositorio.inta.gob.ar/xmlui/bitstream/handle/20.500.12123/10755/INTA_CR_BsAsSur_EEAHilarioAscasubi_Bongiovanni_MG_Desempeno_del_riego_por_superficie_del_cultivo_de_cebolla_en_el_vbrc.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Bongiovanni, M. y Anze, R. 2020. Manejo del agua y los sistemas de riego en el valle bonaerense del río Colorado: recomendaciones en tiempos de crisis hídrica. Boletín de divulgación N°32 – EEA Hilario Ascasubi.
- Carrión, R. y La Mattina, D. 2015. Manual de capacitación: medición de agua de riego. Edición para UCAR (Universidad para el Cambio Rural). Disponible en:

https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/2022/09/22_medicion_del_agua_de_riego.pdf

COIRCO. Ciclo hidrológico 2021-2022: Condición de escasez hídrica extrema. 2021. Disponible en:

<https://www.coirco.gov.ar/download/Noticias/Noticia%20COIRCO%20-%202021%20-%20007%20%20Ciclo%20hidrológico%202021-2022%20-%20Condición%20extrema.pdf>

Cordisco, M., De Uribe Echevarría, A., Maccagno, R., Scoponi, L., Nori, M., Piñeiro, V. A. 2019. Riego por gravedad en el Valle Inferior del Río Colorado (BA): análisis económico para una gestión eficiente del agua a escala predial. L Reunión Anual AAEA. Buenos Aires. En RIDCA. Disponible en: <http://repositoriodigital.uns.edu.ar/handle/123456789/5126>

Corporación de Fomento del Valle Bonaerense del Río Colorado (CORFO Río Colorado). Página oficial. Disponible en: <https://corfo.gob.ar/>

Giaveno, D., Díaz Galán, L., Hernández, F. y De Santis, B. 2022. PROYECTO “Optimización de la Infraestructura de Riego del Valle Bonaerense del Río Colorado. Revestimiento de canales”. Provincia de Buenos Aires. Evaluación de impacto ambiental y social. Dirección General de Programas y Proyectos Sectoriales y Especiales (DIPROSE). Disponible en: https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/eias_riego_corfo_buenos_aires_qjrsar.pdf

Lucanera, G., Castellano, A. y Barbero, A. 2023. Banco de datos socioeconómicos de la zona CORFO-río Colorado. Estimación del Producto Bruto Agropecuario Regional. Campaña 2022-2023. Departamento de Economía, Universidad nacional del Sur. CORFO. Disponible en: <https://corfo.gob.ar/wp-content/uploads/2024/03/corfo-2223-encuesta.pdf>

Mariano, R. 2016. Modelización económica hidro-energética en producciones agropecuarias pampeanas de la cuenca del río Colorado. 3er Encuentro de Investigadores en Formación en Recursos Hídricos. 16p. Disponible en: https://www.ina.gob.ar/ifrh-2016/trabajos/IFRH_2016_paper_71.pdf

Molinari, M. 2016. Estudio del manejo de malezas acuáticas en canales de riego. Comisión de Investigaciones Científicas. Tercer Congreso Internacional Científico y Tecnológico de la provincia de Buenos Aires. Disponible en:

<https://host170.sedici.unlp.edu.ar/server/api/core/bitstreams/b8f3ea46-d2b5-4ae2-bc6f-4d800ea7c447/content>

Molinari, M y Vittone, S. 2022. Control de malezas acuáticas. CERZOS-CIC y CORFO. Disponible en: es.slideshare.net/slideshow/capacitacion-malezas-acuaticas-version-final-1ppt/252697492#1

Secretaría de Recursos Hídricos. 2023. Cuencas de ríos. Gob. de La Pampa. Disponible en: <https://recursoshidricos.lapampa.gob.ar/cuencas-de-rios.html>