

ARTÍCULO

IMPACTO DEL CAMBIO DE USO DE SUELO SOBRE EL REQUERIMIENTO HÍDRICO EN EL DISTRITO DE RIEGO CIPOLLETTI

Lorenzo, A.^{1*}; Stangaferro, S.¹; Mañueco, L.^{1,2}; Ponce, V.²; Horne, F.³; Pavese, J.⁴; Polla, G.³

1- *Facultad de Ciencias Agrarias, Cátedra de Hidráulica e Hidrología Agrícola. Universidad Nacional del Comahue, Cinco Saltos, Río Negro, Argentina.*

2- *Estación Experimental Agropecuaria Alto Valle, Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA), Área de Recursos Naturales. General Roca, Río Negro, Argentina.*

3- *Instituto de Tierras, Agua y Medio Ambiente, (ITAMA). Universidad Nacional del Comahue, Neuquén, Argentina.*

4- *Facultad de Ciencias Agrarias, Cátedra de Matemática. Universidad Nacional del Comahue, Cinco Saltos, Río Negro, Argentina.*

* E-mail: hugo.lorenzo@faca.uncoma.edu.ar

RESUMEN

El Alto Valle de Río Negro y Neuquén registra una marcada transformación en su uso del suelo debido al avance urbano y la retracción de la fruticultura tradicional. El objetivo de este trabajo es evaluar el impacto de los cambios de uso de suelo sobre el requerimiento hídrico en un área piloto de Cipolletti durante el periodo 2009-2023, analizando las necesidades de agua, caudales suministrados y superficies de cultivo. Los resultados evidencian una reducción del 12,3% en la superficie bajo riego, la cual descendió de 651,6 a 571,5 ha. Respecto a las transiciones específicas en los usos de suelo, la fruticultura registró una contracción neta de 252 ha. Esta superficie fue reasignada principalmente al cultivo de forrajes (135 ha) y a la categoría de tierras incultas (59 ha). En menor proporción, se observó un avance del uso residencial (31 ha), ganadería intensiva (16 ha) y sectores industriales, hortícolas y forestales (11 ha totales). Esta menor demanda hídrica en volumen, debido al funcionamiento del sistema, no se traduce necesariamente en una disminución de los caudales de entrega. No obstante, la caída de los requerimientos, sumada al deterioro de la infraestructura, complejiza la operación y mantenimiento del distrito de riego. Se concluye que es fundamental desarrollar políticas públicas de ordenamiento territorial que preserven las áreas de regadío y garanticen la sostenibilidad de los recursos hídricos asociados.

Palabras clave: Sustitución de cultivos, expansión urbana, ordenamiento territorial, Alto Valle de Río Negro y Neuquén, matriz productiva.

1. INTRODUCCIÓN

El Alto Valle de Río Negro y Neuquén se encuentra inmerso en una profunda transformación en el uso del suelo y en la estructura de su matriz productiva. La fruticultura, históricamente el cultivo dominante en la economía regional ha reducido sostenidamente su superficie cultivada. Ese suelo productivo, en algunos casos fue ocupado por otras producciones como los forrajes, la ganadería intensiva y la horticultura, en otros casos está improductivo o ha cambiado a otro tipo de uso irreversiblemente. El crecimiento urbano sobre áreas productivas es uno de los

principales cambios en el uso del suelo (Forquera, 2017; Urraza, 2017; Datri, 2025) con fuertes impactos ambientales, sociales y económicos.

La tendencia de cambio de la matriz productiva en Patagonia Norte, específicamente sobre el Alto Valle de Río Negro (SENASA 2010, 2024) indica una reducción del 29% en la superficie frutícola entre 2009 y 2023 (Figura 1). El descenso más significativo se concentró entre los años 2012 y 2019, con un 23% de reducción de la superficie. Un artículo publicado por el diario “Río Negro” detalla la severa crisis frutícola que ha afectado al Alto Valle de Río Negro y Neuquén durante la última década, resultando en

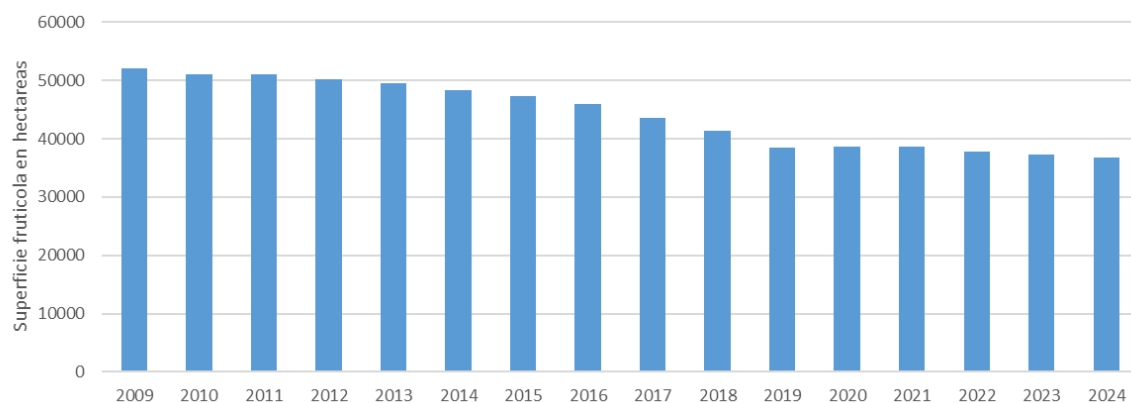


Figura 1. Evolución de la superficie frutícola en la Norpatagonia entre 2009 y 2023. La disminución porcentual es del 29% (SENASA 2010, 2024).

la pérdida de casi 12.000 hectáreas de cultivos de peras y manzanas y la desaparición de un gran número de pequeños y medianos productores. Esta reducción de la superficie cultivada, que asciende al 29%, se explica por la baja rentabilidad del sector y el avance urbano-industrial sobre tierras fértiles, un proceso que no está siendo controlado adecuadamente por la planificación gubernamental (Bark, 2023).

En la localidad de Cipolletti, 798 hectáreas de frutales fueron erradicadas entre 2008 y 2024 (SENASA 2010, 2024). A pesar de los intentos de planificación y ordenamiento, la gestión del territorio sigue estando determinada principalmente por la especulación inmobiliaria, en un contexto de creciente presión poblacional y reconversión económica (Urza et al., 2017).

En Cipolletti, la normativa municipal incluye los sistemas de riego como infraestructura obligatoria (Ordenanza de Fondo, Art. 5° y 9°), aunque esto no ha frenado el cambio de uso del suelo.

El objetivo de este trabajo es evaluar el impacto de los cambios de uso de suelo sobre el requerimiento hídrico en un área piloto de Cipolletti durante el periodo 2009-2023, analizando las necesidades de agua, caudales suministrados y superficies de cultivo.

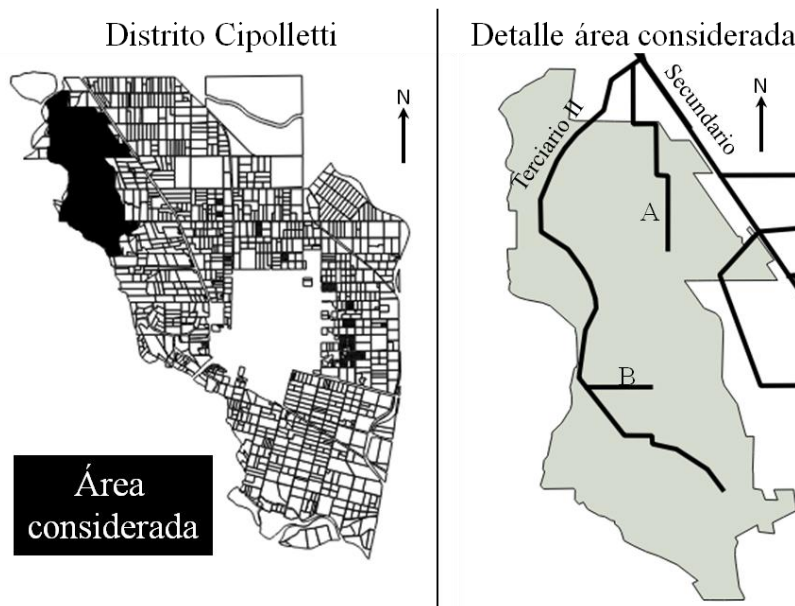


Figura 2. Área de influencia del distrito Cipolletti (izquierda) y detalle del área considerada en el estudio.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

El trabajo se centró en un sector del distrito de riego de Cipolletti, ubicado a 38°56' de latitud Sur y 68°00' de longitud Oeste, dentro del Sistema de Riego Alto Valle. El análisis se realizó para los años 2009 y 2023, en un área de aproximadamente 750 hectáreas totales, influenciada directamente por el canal terciario número 2 (Figura 2). El área productiva estudiada se encuentra dentro una red de canales y desagües oficiales, concesionada su gestión y mantenimiento al Consorcio de Riego y Drenaje de Cipolletti, que gestiona una superficie empadronada bajo riego de aproximadamente 10.000 hectáreas.

Se utilizó un Sistema de Información Geográfica (SIG) para el análisis espacial mediante el software QGIS 2.20 Valmiera (2016). A partir de la cartografía del área rural del distrito proporcionada por el Consorcio de riego y drenaje de Cipolletti del año 2018 (Proyecto INTA-AUDEAS-CONADEP, 2018), se creó y actualizó una capa temática que combinan los cambios en la matriz productiva y los cambios del uso de suelo (áreas urbanizadas) comparando los años 2009 y 2023 (Figura 3).

El proceso de actualización de la información incluyó la revisión de las ordenanzas municipales publicadas en los boletines oficiales 148/11, 222/14, 226/15, 269/16, 478/22, y el texto ordenado de las normas en materia del planeamiento urbano y rural del ejido de Cipolletti, el uso de Google Earth y la verificación a campo. Las ordenanzas municipales enmarcan las modificaciones relevantes en el uso de suelo designándoles el nombre de unidades de gestión, que son las estructuras organizacionales encargadas de la coordinación de actividades municipales. El área de estudio se encuentra dentro de la categoría “Rural1” o “Zona Rural 1”, de acuerdo con la planificación territorial de Cipolletti, con uso predominante de explotación rural o actividades productivas del sector primario de la economía (Art. 60° C, Norma de Fondo).

El Municipio clasifica el territorio en sectores residencial, periurbano, área industrial y rural (Boletín Oficial N° 148/2011). Para este estudio, y para categorizar las zonas en dicho lugar, se definieron nueve categorías, las cuales combinan los cambios de la matriz productiva, con el uso del suelo:

- 1) Rural - Fruticultura (pepita, carozo y frutos secos).
- 2) Rural - Forraje (alfalfa).
- 3) Rural - Forestal (salicáceas maderables).
- 4) Rural - Horticultura.
- 5) Rural - Ganadería (bovinos a corral).
- 6) Rural - Inculto: Superficie agrícola abandonada o semiabandonada con

disponibilidad actual de agua de riego, pero sin hacer uso.

7) Industrial - Industrial (usos varios sin retorno a la actividad primaria).

8) Periurbano - Residencial (casas quinta o cascos de chacras).

9) Periurbano - Recreativo (complejos deportivos).

El análisis de requerimientos hídricos y caudales por unidad de superficie se concentró en los usos con demanda activa: fruticultura, forraje, forestal, horticultura, ganadería, residencial y recreativo. Los usos: industrial, inculto y ganadería intensiva se consideraron sin necesidades de agua para riego. Se estimaron los requerimientos hídricos para las actividades agropecuarias desarrolladas en el área rural (cultivos frutales, forrajeros, forestales y horticolas y ganadería). Para ello se utilizaron datos agroclimáticos promedio de la estación agrometeorológica del INTA Alto Valle (INTA, 2024). Los principales parámetros considerados fueron:

- Evapotranspiración de Referencia (ET0): 5,38 mm/día (correspondiente a diciembre, el mes más cálido).
- Eficiencia de Aplicación de Riego Parcelario (Efa): 60%.

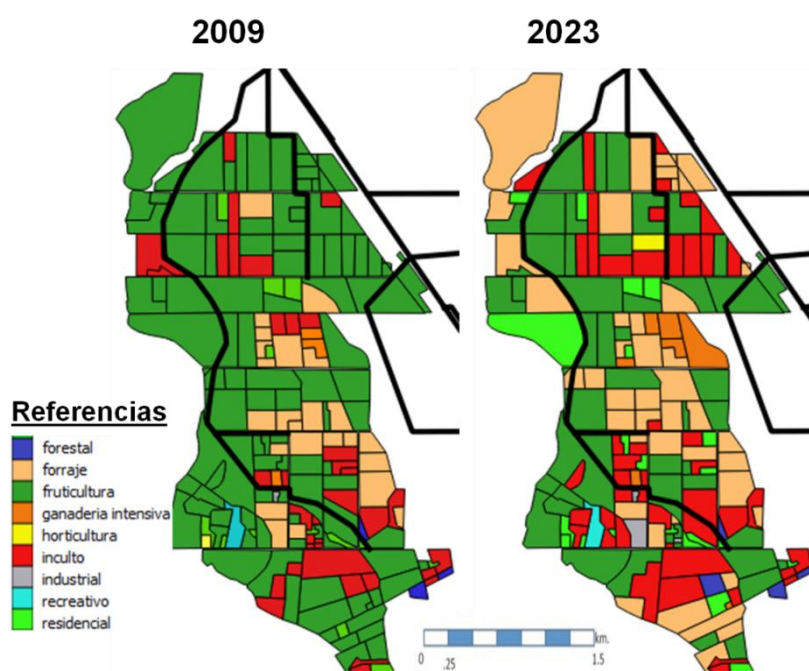


Figura 3. Usos de suelo en área considerada entre los años 2009 y 2023 según las distintas categoría.

El cálculo de los requerimientos hídricos por uso de suelo se estructuró metodológicamente sobre los lineamientos del Estudio FAO-56. Los coeficientes de cultivo (K_c) se determinaron seleccionando los valores máximos correspondientes a diciembre, mes que históricamente registra la mayor demanda hídrica en la región. Estos coeficientes fueron ajustados localmente en función de la altura promedio de la vegetación y la velocidad media del viento, obteniéndose los siguientes valores de K_c : Forestal (1,32), Fruticultura (1,28), Forraje (1,25), Horticultura (1,20) y Residencial/Recreativo (0,95).

A partir de estos parámetros, se determinó la evapotranspiración del cultivo (ET_c) mediante la ecuación:

$$ET_c = ET_0 \times K_c$$

Donde ET_0 representa la evapotranspiración de referencia. Finalmente, para obtener la demanda hídrica neta o requerimiento de riego (R_r , en mm/día) para cada uso de suelo, se afectó la ET_c por la eficiencia de aplicación (Ef_a) del sistema mediante la relación:

$$R_r = \frac{ET_c}{Ef_a}$$

Para la estimación de las demandas hídricas, se establecieron criterios específicos según las categorías de uso de suelo. En las áreas rurales sin cultivo (tierras incultas), así como en las parcelas clasificadas bajo uso industrial y ganadería intensiva, se consideró una demanda de agua nula (0 mm/día) por parte del sistema de distribución por canales.

A partir de la determinación de los requerimientos de riego específicos (R_r , en mm/día) para los usos de suelo activos (detallados en la Tabla 1), se procedió al cálculo de las necesidades hídricas globales del área bajo estudio. Este volumen consolidado se obtuvo mediante la sumatoria del producto entre el requerimiento unitario de cada uso de suelo y su respectiva superficie, aplicando la siguiente relación:

$$\text{Necesidad hídrica global} = \sum (R_{r_i} \times \text{Superficie}_i)$$

Mediante este procedimiento, se evaluó espacialmente el impacto de las variaciones de la superficie de los usos de suelo, particularmente de la fruticultura tradicional, sobre el balance y la demanda hídrica general del sector a lo largo del período analizado.

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos muestran una marcada tendencia a la sustitución de la fruticultura por otras actividades productivas. Al examinar las transiciones específicas en los usos de suelo dentro del área de estudio (750 ha), se advierte que la fruticultura —caracterizada por su elevada demanda hídrica— registró una contracción de 252 ha. Como se ilustra en la Figura 4, esta superficie fue reasignada principalmente al cultivo de forrajes (135 ha) y a la categoría de tierras incultas (59 ha), distribuyéndose el área restante entre la expansión residencial (31 ha), ganadería intensiva (16 ha) y sectores industriales, hortícolas y forestales.

Este escenario de desarticulación agraria responde a dinámicas regionales complejas. Al analizar los impactos del crecimiento urbano por extensión sobre los valles irrigados, Forquera (2008) señala que entre los efectos ambientales producidos se observan:

“Consumo de tierra agrícola bajo riego, fragmentación de la tierra agro-productiva, favorecimiento de su abandono, cambio irreversible de su cobertura y uso tradicional, impermeabilización de las mismas, inutilización

Tabla 1. Requerimientos de riego específicos (R_r , en mm/día) para los usos de suelo activos.

Uso del suelo	Requerimiento (mm/día)
Fruticultura	11,5
Forraje	11,2
Forestal	11,8
Residencial	8,5
Recreativo	8,5
Horticultura	10,8

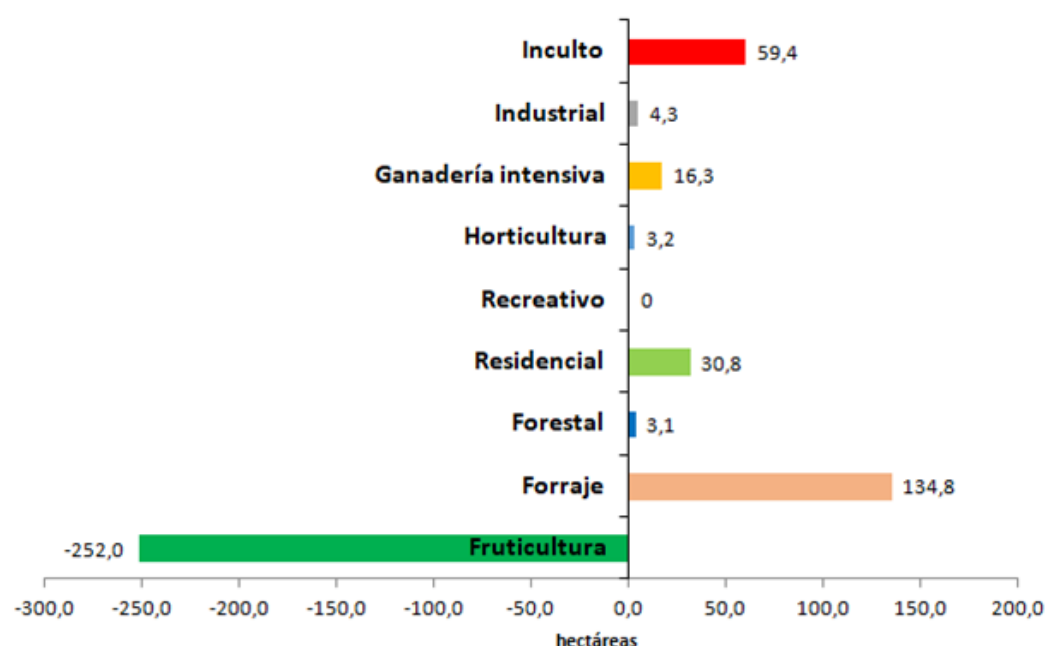


Figura 4. Análisis de la sustitución de la superficie frutícola: (a) Variación absoluta en hectáreas y (b) Distribución porcentual por categoría de uso de suelo.

de la infraestructura hídrica disponible y finalmente, degradación de aspectos paisajísticos e históricos: pérdida de características de identidad”

Esta retracción de la actividad frutícola tradicional en el Alto Valle se inscribe en un escenario complejo de tensiones territoriales. Aunque la frontera hidrocarburífera no constituyó el objeto de enfoque directo en el presente trabajo, sus impactos regionales permiten contextualizar la magnitud del abandono agrario. Al respecto, autores como Álvarez et al. (2017), “*la disminución de la superficie frutícola en Allen se enmarca en la crisis estructural de la fruticultura, caracterizada por la limitada rentabilidad de la actividad, más allá del avance de la frontera hidrocarburífera. Esta crisis ocurre por factores como la caída de los precios pagados a los productores, los altos costos de producción y la concentración del poder en empresas empacadoras-exportadoras. Este contexto ha generado un escenario de desigualdad que afecta especialmente a los pequeños y medianos productores, obligándolos en muchos casos a abandonar sus cultivos*”. La pérdida de suelo productivo en la región coincide con el análisis de Svampa (2016), además, en un marco de expansión horizontal de las ciudades, se consolidan usos y actividades de tipo urbano sobre usos rurales, provocando cambios en la

renta del suelo (de rentas agrarias a rentas urbanas en función de alcanzar rápidos beneficios) así como conflictos por la presión que ejerce un uso del territorio sobre otro.

Como consecuencia directa de esta reconfiguración agro-productiva, se registró una reducción significativa en la superficie bajo riego dentro de las 750 ha analizadas. En el año 2009, el área que requería irrigación ascendía a 651,6 ha (excluyendo las categorías de uso industrial, ganadería intensiva y tierras incultas). Para el año 2023, dicha superficie se contrajo a 571,5 ha, lo que representa una retracción neta del 12,3% en la cobertura de riego (Figura 5). Esta transformación se traduce en una disminución de la demanda hídrica teórica total actual. Sin embargo, se discute que este descenso en los requerimientos consuntivos no debe interpretarse bajo ningún concepto como una justificación para reducir los caudales de entrega en el sistema de distribución; esto responde tanto a la necesidad de mantener la operatividad intrínseca de la red como a la existencia de superficies incultas que conservan su potencial de reactivación productiva en el tiempo.

Para contrastar y validar las estimaciones hídricas obtenidas durante el periodo 2009-2023, se utilizó una medición a campo provista por los registros del Distrito de Cipolletti correspondiente al 22 de febrero de 2025, la cual indicó un caudal de ingreso al área de estudio de

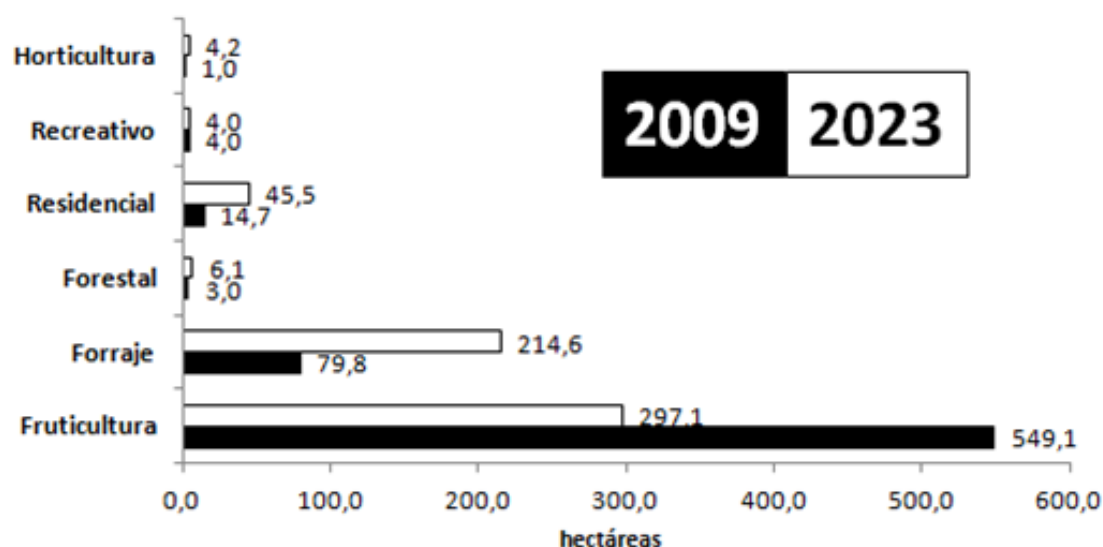


Figura 5. Evolución de la superficie por categorías de uso del suelo en el área bajo estudio del Distrito Cipolletti (2009-2023).

aproximadamente 710 l/s desde el canal secundario. Al confrontar este valor con el requerimiento hídrico estimado para 2023 (571,1 l/s) y bajo el criterio de una dotación histórico-técnica de 1 l/s/ha, se identifica un excedente de 138,9 l/s. Este remanente no constituye un error de cálculo, sino que representa el volumen técnico necesario para compensar las ineficiencias de conducción y aplicación de un sistema de riego y drenaje con más de un siglo de antigüedad que presenta evidentes deterioros estructurales. Dado que la red carece de obras de modernización, su funcionalidad hidráulica aún depende estrictamente de la conducción del caudal de diseño original, dimensionado originalmente para abastecer una producción activa en la totalidad de la superficie.

Actualmente, la distribución hacia las parcelas se realiza mediante un sistema de turnado gestionado por el canal terciario, con ciclos de prorrato que oscilan entre los 7 y los 15 días. Bajo este esquema operativo, si se considera un turno de 7 días para regar un sector piloto de 50 hectáreas divididas en 10 lotes de 5 ha cada uno, la entrega debe concentrar un caudal de 50 l/s durante aproximadamente 17 horas por lote. Este cálculo deriva de la disponibilidad temporal total del período (168 horas), la cual se distribuye proporcionalmente entre la superficie activa para garantizar que cada unidad reciba la dotación requerida bajo las condiciones actuales de infraestructura.

4. CONCLUSIÓN

Los resultados de este estudio evidencian el impacto directo del cambio de uso de suelo sobre la dinámica hídrica del distrito de riego de Cipolletti, registrándose una reducción del 12,3% en la superficie con demanda activa de riego, la cual disminuyó de 651,6 a 571,5 ha entre 2009 y 2023. Esta retracción estuvo determinada por una profunda transformación del cambio en el uso del suelo, caracterizada por la pérdida neta de 252 ha de fruticultura y su posterior sustitución por forrajes (135 ha), tierras incultas (59 ha) y el avance del tejido urbano-residencial (31 ha). Ante este escenario de transformación territorial acelerada, resulta imperativo promover políticas públicas integrales que orienten un ordenamiento territorial equilibrado, fomenten la preservación de suelos cultivables y regulen la expansión urbana de manera planificada. La implementación de instrumentos de gestión, incentivos para la producción sustentable y normativas de protección del suelo agrícola son medidas esenciales para garantizar la soberanía productiva y el desarrollo armónico de la región. Paralelamente, las agendas públicas deben integrar la mejora y el mantenimiento del sistema de riego y drenaje como una infraestructura crítica, independientemente del cambio en el uso del suelo (desde áreas incultas hasta residenciales). Esta visión permite no solo aumentar la eficiencia en la distribución del agua, sino también revalorizar las superficies actualmente inactivas para su eventual

reincorporación económica. En este sentido, el mantenimiento de los caudales de diseño originales es fundamental para asegurar el abastecimiento de otras superficies regables y permitir la flexibilidad necesaria ante futuras demandas del sistema.

En el caso de los usos residenciales y de predios recreativos (urbanos y periurbanos), se podría evaluar la permanencia en el sistema de riego sin desempadronamiento e incluir esos usos dentro de los derechos de riego que no son productivos. Asimismo, es relevante profundizar en la operatividad del manejo del agua por parte del Consorcio, con el objetivo de avanzar hacia una gestión más ajustada a la dinámica que supone el cambio en el uso del suelo y la matriz productiva. En este sentido, el equipo de investigación prevé avanzar en el análisis de estos aspectos, considerando que este proceso requiere de un sistema estructural y no estructural capaz de adaptarse a dichas transformaciones.

5. REFERENCIAS

- Álvarez, G.; Brizzio, J.; Nievas, G.; Paredes, T. y Tiscornia L. 2017. La crisis frutícola en el Alto Valle de Río Negro y Neuquén: ¿un nuevo ciclo de protesta chacarera? X Jornadas Interdisciplinarias de Estudios Agrarios y Agroindustriales Argentinos y Latinoamericanos. Simposio 25. En: https://www.dropbox.com/scl/fo/u4bgzwvivn12qd0s11stt/ALWhGZWw7aievbavEYLA0Y/EJE%209%20Concentraci%20eonomica%20y%20agricultura%20familiar%20capitalizada.%20Propiedad%20y%20renta%20de%20la%20tierra/SIMPOSIO%2025/21_9o10_Tiscornia.docx?rlkey=3c6el7a9j66dk5skbodji7m8d&dl=0 (Última visita: 07/03/2025).
- Azpitar, J. I. (2025). *Cambios en el uso del suelo en el Alto Valle de Río Negro (2010-2020)*. Proyecto UBACyT 20020220100073BA, Facultad de Ciencias Económicas, Universidad de Buenos Aires.
- Bark, F. (8 de octubre de 2023). Diez años de retroceso frutícola: se perdieron casi 12.000 hectáreas en todo el Alto Valle. *Diario RIO NEGRO*. Recuperado de <https://www.rionegro.com.ar/economia/sociedad/diez-anos-de-retroceso-fruticola-se-perdieron-casi-12-000-hectareas-en-todo-el-alto-valle-3185159/>
- Datri, L. A., López, M., Robertazzi, M., Boyero, L., López, H. A., Machado, S., Maddio, R. (2025). Para no olvidar: ¿Por qué las ciudades de la Patagonia crecen a lo largo de los ríos? *UFLO Universidad*, 21.
- FAO (1998). Estudio FAO Riego y Drenaje 56. Evapotranspiración del cultivo. Roma.
- Forquera, E. (2008). *¿Urbanización sobre suelos productivos? El caso de la localidad de Cinco Saltos* (Tesis de grado). Universidad Nacional de Villa María, Córdoba, Argentina.
- Forquera, E. (2017). *¿Urbanización sobre suelos productivos? El caso de la localidad de Cinco Saltos*. *Sociales Investiga*, (3), 151-157.
- INTA- Centro Regional Patagonia Norte. (2024). Pautas tecnológicas: manzano y peral: Innovaciones y tendencias para nuevas plantaciones. ISBN 978-987-679-384-1 (digital). Ediciones INTA. Buenos Aires.
- Municipalidad de Cipolletti. (1 de diciembre de 2011). Ordenanza de Fondo N° 182/11: Texto Ordenado de las Normas en Materia del Planeamiento Urbano y Rural del Ejido de Cipolletti. *Boletín Oficial*, VII (148), 1-10.
- Municipalidad de Cipolletti. (2014, 17 de noviembre). Ordenanza de Fondo N° 227/14. Modificación del Código de Planeamiento Urbano y Rural. *Boletín Oficial Municipal*, (222), 2-31.
- Municipalidad de Cipolletti. (2014, 25 de septiembre). Ordenanza de Fondo N° 236/14. *Boletín Oficial Municipal*, (226), 2-10.
- Municipalidad de Cipolletti. (24 de octubre de 2016). Ordenanza de Fondo N° 276/16: Texto Ordenado de las Normas del Planeamiento Urbano y Rural del Ejido de Cipolletti. *Boletín Oficial Municipal N° 269*.
- Municipalidad de Cipolletti. (4 de noviembre de 2022). Ordenanza de Fondo N° 459/22: Texto Ordenado de las Normas en Materia del Planeamiento Territorial del Ejido de Cipolletti. *Boletín Oficial Municipal N° 478*.
- Proyecto Inta-Audeas-Conadev: *Aportes para mejorar la operación de Distritos de Riego*. Responsable Administrativo INTA: Antonio Requena. Coordinador Científico-Técnico: Juan O. Galeazzi. 2018.
- QGIS 2.20 Valemira (2016). *QGIS* [Software informático]. <http://qgis.org>
- Servicio Nacional de Sanidad y Calidad Agroalimentaria. (2010–2024). *Anuarios estadísticos desde el 2008 al 2023: Centro Regional Patagonia Norte*. Ministerio de Economía. <https://www.argentina.gob.ar/senasa/patagonia-norte-anuarios-estadisticos>
- Svampa, F. (2016). *Transformaciones territoriales en el Alto Valle de Río Negro, el declive de la matriz frutihortícola en el municipio de Allen*. IX Jornadas de Sociología de la UNLP, 5 al 7 de diciembre de 2016, Ensenada, Argentina. En Memoria Académica. Recuperado de: http://www.memoria.fahce.unlp.edu.ar/trab_eventos/ev.9053/ev.9053.pdf
- Urraza, S. y Muñiz, J. (2017). Crecimiento urbano en el área de la Agencia de Extensión Rural Cipolletti. INTA_Revista- Nro 79.EEA Alto Valle.