

Dinámica freática de la llanura aluvial en los alrededores de la ciudad de Neuquén, Argentina

Patricia Laurencena^{1,2}, Eduardo Kruse^{1,3} y Marta Deluchi^{1,2}

1. Facultad de Ciencias Naturales y Museo. 64 N°3 La Plata (1900) Argentina
2. Comisión de Investigaciones Científicas de la Provincia de Buenos Aires.
3. Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas.

Mail de contacto: pl Laurencena@hotmail.com

RESUMEN

El área de estudio, que comprende un sector del valle inferior del Río Limay, está caracterizada por un importante desarrollo socioeconómico basado en el cultivo de frutales, lo cual se sustenta en el riego a través de canales. El objetivo del trabajo fue evaluar las características de las curvas de agotamiento de los hidrogramas de los niveles freáticos en una zona llana de clima árido-semiárido. Se analizaron las variaciones freáticas mensuales del período 2003 – 2005. En mayo cesa el riego y no existen aportes al acuífero produciéndose una rápida profundización de los niveles freáticos hasta agosto. La disminución de las reservas en el acuífero freático es de 0.98 hm³ en los meses de mayo y junio y de 0.53 hm³ para julio. El conocimiento de las particularidades de la curva de agotamiento contribuye a caracterizar la dinámica del agua subterránea en este tipo de ambientes bajo riego, lo cual permitirá lograr a futuro mayor eficiencia en el manejo de los recursos hídricos de la región. Palabras clave: Río Limay, variaciones freáticas, descarga subterránea.

ABSTRACT

The present work involves the lower valley of the Limay River in Neuquen Province, known by a well developed fruit agricultural economy based on intense irrigation through a channel network. The general objective of the present study is to evaluate the characteristics of the phreatic depletion hydrogram curves in a flat area under irrigation in a arid/semiarid climate. The monthly phreatic variations were analysed within the period 2003-2005. As the irrigation ceases in May and no external influxes to the aquifer exist, the phreatic levels deepen rapidly through August. The phreatic aquifer reserves decline is of 0.98 hm³ in May and June and 0.53 hm³ in July. The knowledge of the signatures of depletion curves helps to characterize the groundwater dynamics in arid climates under irrigation and contributes to optimize the hydric resources in the future.

Keywords: aquifer depletion, Limay River, phreatic variations, groundwater discharge.

Introducción

El objetivo de este trabajo fue reconocer la dinámica freática y caracterizar las curvas de agotamiento de los hidrogramas de los niveles freáticos en una zona llana sometida a riego bajo un clima árido-semiárido.

La dinámica del acuífero se encuentra relacionada con las particularidades que presenta el riego, ya que constituye el componente principal de la recarga. (Galeazzi et al, 2007).

En la cuenca inferior del río Limay, entre las localidades de Neuquén y Plottier, el río y su amplia planicie de inundación constituyen el rasgo geomórfico preponderante en el paisaje.

Desde principios del siglo XX existe en la zona una red extensa de canales de riego, con

agua derivada del Río Limay, que excepto en los meses de invierno se encuentran en permanente funcionamiento. Su finalidad es la provisión de agua necesaria para la importante explotación frutihortícola que se desarrolla en el área. El régimen hidrológico del río se encuentra modificado por obras de regulación que aseguran la disponibilidad de agua para riego y abastecimiento de agua potable. En la zona de cultivos se puede apreciar la influencia del riego en las fluctuaciones de los niveles freáticos. El aporte por precipitaciones es escaso dadas las características áridas del clima en la región.

El conocimiento de las variaciones de los niveles freáticos permite la utilización de métodos para el cálculo de la recarga y descarga de acuíferos. La rapidez en la que descienden los niveles es directamente

proporcional al gradiente hídrico inicial y a la conductividad hidráulica del medio e inversamente proporcional a la porosidad efectiva y a la extensión del acuífero. (Custodio, 1983)

El caudal de descarga de un acuífero es definido por la conductividad hidráulica (k) y por el gradiente hídrico. Si el área y k son constantes, cuanto mayor sea el gradiente, mayor será el caudal drenado. Al no existir recarga, dicho caudal disminuirá progresivamente en función de la disminución del gradiente hídrico.

Características generales del área

El área de estudio ocupa una superficie de aproximadamente 55 km^2 en la planicie aluvial del sector inferior del Río Limay. Se encuentra limitada al norte por una planicie suavemente ondulada y sobreelevada denominada localmente barda, y hacia el sur por el valle del Río Limay. En la llanura aluvial se desarrollan cultivos y las áreas urbanas de Neuquén y Plottier que constituyen los límites este y oeste de la zona analizada (Fig. 1)

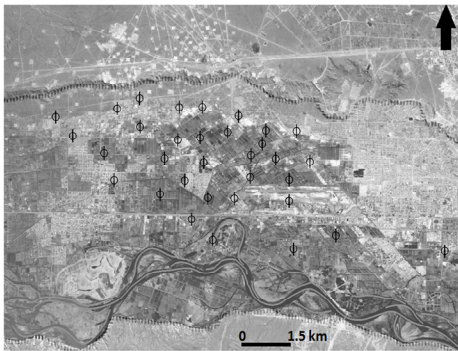
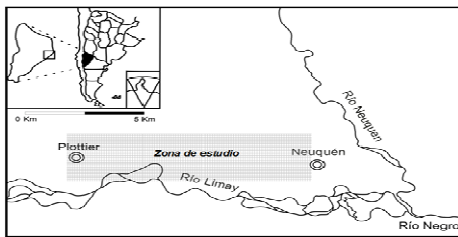


Figura 1 Ubicación del área

El clima es árido y según la clasificación de Thornthwaite presenta un carácter mesotermal con nulo exceso de agua. La temperatura media anual es de $14,5^{\circ}\text{C}$. La precipitación media en Neuquén en el período 1900 - 2008 es de 207 mm/año , registrándose fuertes variaciones anuales desde un máximo de 358 mm/año hasta un mínimo de 65 mm/año .

Materiales y métodos

Se han analizado las variaciones mensuales de los niveles freáticos medidos en una red de monitoreo de 50 pozos, en el período 2003 – 2005. El año hidrológico se desarrolla a partir de agosto en que se registran las mínimas alturas equipotenciales, que alcanzan su máximo valor en octubre. Se ha considerado el período de descarga del sistema acuífero, a partir de la suspensión del riego (abril), incluyendo los meses de mayo, junio, julio y agosto. Se realizaron los mapas equipotenciales para cada mes y se calculó el caudal unitario en función de la ley de Darcy. Se realizaron mapas de isovariación y se calcularon los volúmenes de descarga.

Hidrogeología

El acuífero freático se desarrolla en el manto aluvial de gravas, que presenta un espesor medio que varía entre 10 y 12 m. Los límites de este nivel acuífero tanto en su base como en el borde norte lo constituyen arcilitas rojizas y areniscas correspondientes al Grupo Neuquén y son de características acuícludas – acuitardos con algunos niveles de acuíferos pobres. La planicie aluvial se caracteriza por una alta capacidad de infiltración, que puede superar los 10 cm/hora . (Socic, 1978)

El manto aluvial posee una alta capacidad de almacenamiento y de transmisión de agua de acuerdo a las características litológicas e hidráulicas. La transmisividad media es el orden de $1000 \text{ m}^2/\text{día}$, lo cual representa una conductividad hidráulica de aproximadamente 100 m/día . La porosidad efectiva estimada es superior a 12%. (Laurencena et al 2009) El sentido general de escurrimiento es noroeste – sudeste, descargando parte como efluencia subterránea del área y parte en el valle actual del Río Limay. Los gradientes hídricos son homogéneos alcanzando valores medios del orden de $9,6 \times 10^{-4}$, con máximos de $1,0 \times 10^{-3}$ y mínimos de $5,5 \times 10^{-4}$. La recarga del sistema es alóctona indirecta a partir del riego.

La morfología de la superficie potenciométrica es de tipo radial con tendencia a formas planares con filetes subparalelos (Fig 2)

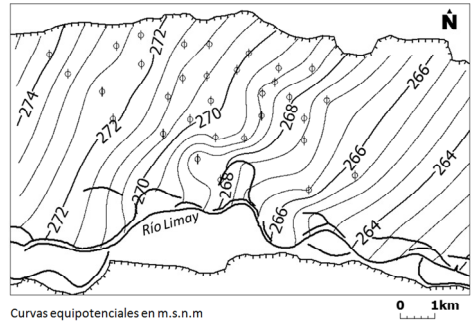
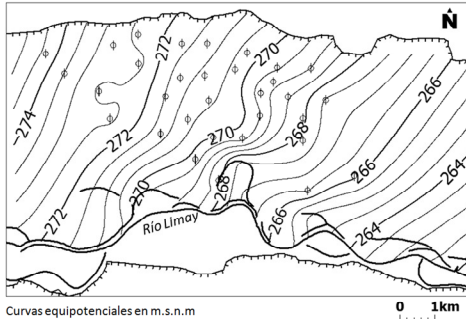
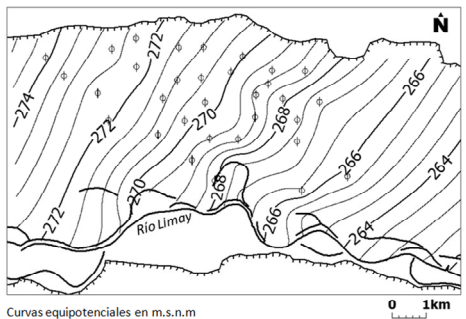
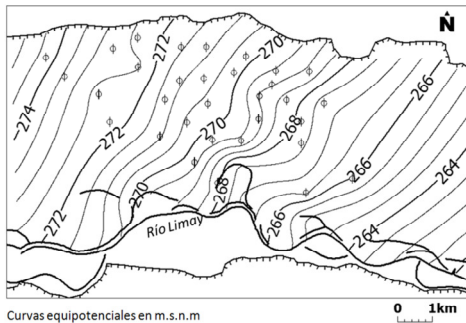


Figura 2 Mapas equipotenciales para los meses mayo, junio, julio y agosto.



En la variación de los niveles freáticos se ha observado que los pozos cercanos al sector de la barda no se ven afectados por el riego. En cambio, los niveles en el sector central evidencian que la recarga es producida por la derivación de los caudales del Río Limay a través de los canales de riego. Un pozo situado en las proximidades del río, si bien responde al aporte del riego se encuentra más afectado por las variaciones del nivel de agua del río. (Laurencena et al 2011). Las características químicas acompañan la dinámica del sistema subterráneo. El sector cercano a la barda contiene aguas predominantemente cloruradas-sulfatadas sódicas y de alto contenido salino. En el área de la planicie aluvial, son de características bicarbonatadas sódicas – cálcicas y aptas para diferentes usos. En el sector de la planicie central se desarrolla una estrecha zona de interfase entre el agua salina del pie de barda y el agua dulce del sector de la planicie aluvial, la cual contiene agua sulfatada-bicarbonatada cálcica. (Laurencena et al.2012)

Resultados

Dinámica freática de la descarga

Las profundidades medias de los niveles freáticos son variables de acuerdo a la ubicación de los pozos. Los más cercanos a la barda varían entre 6 y más de 13 m de profundidad y presentan fluctuaciones a lo largo del año hidrológico del orden de 25 a 30 cm. Los del sector central se sitúan a profundidades entre 1,5 y 3 m con oscilaciones anuales entre

0,60 y 1m. Los niveles de un pozo próximo al río se encuentran a aproximadamente 2 m de profundidad y muestran variaciones cercanas al 1,5 m.

En el análisis de los freaticogramas del sector central, se observa la respuesta del acuífero a los momentos específicos de la dinámica que presenta el riego a lo largo del año. Se reconoce un período primaveral, en el cual como consecuencia de la aplicación de riego por inundación, los niveles freáticos alcanzan su mayor altura (septiembre-octubre). Posteriormente un periodo de máxima demanda de la evapotranspiración y crecimiento vegetativo de los cultivos con niveles algo menores (noviembre - enero). Luego asociado a la época de cosecha en que disminuye la frecuencia de riegos, se observa un nuevo aumento leve de los niveles (enero- abril).

Finalmente se reconoce una época de escasa agua en que está ausente la práctica del riego (mayo a agosto). En este periodo existe un predominio de la profundización de los niveles freáticos, relacionados con la descarga subterránea, alcanzando valores mínimos en agosto en cada uno de los puntos de observación. (Fig.3)

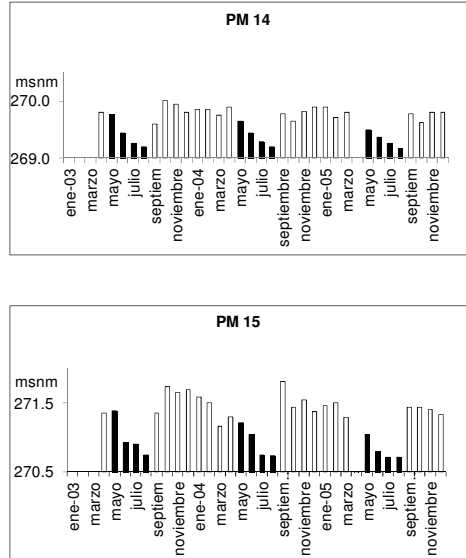
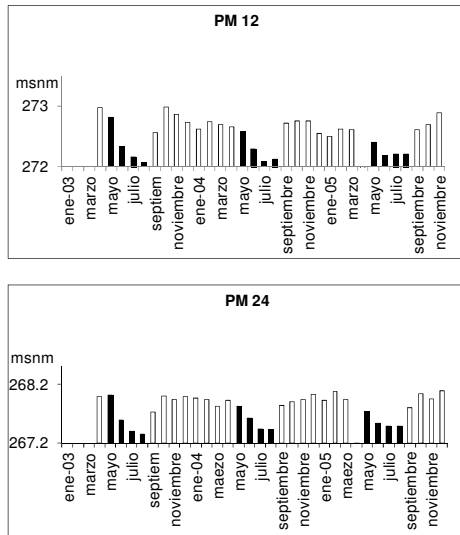


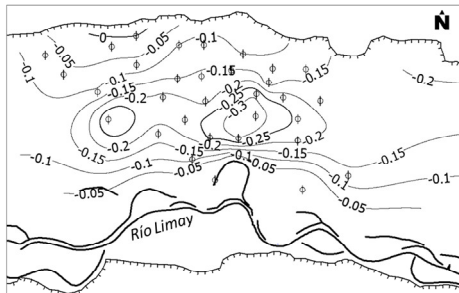
Figura 3 Variaciones de niveles freáticos mensuales (2003-2005)

En mayo comienza el descenso de los niveles freáticos en forma leve y lo cual se hace más marcado durante junio, julio y agosto.

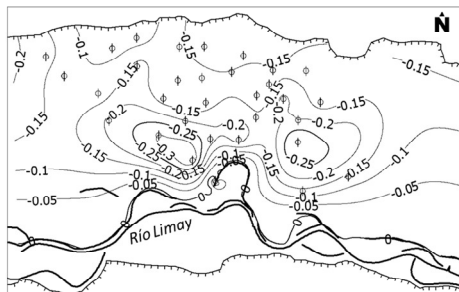
Se calcularon gradientes hídricos medios para cada mes y se obtuvieron valores muy similares en mayo $9,03 \times 10^{-4}$ y junio, julio y agosto en el orden de $1,0 \times 10^{-3}$.

La afluencia subterránea a través de la sección coincidente con la curva de 270 msnm, mostró caudales de $6148 \text{ m}^3/\text{día}$ para mayo y $6808 \text{ m}^3/\text{día}$ para los meses siguientes de descarga. La velocidad efectiva es alta con valores de $75,2 \text{ cm}/\text{día}$ para el primer mes y de $83,3 \text{ cm}/\text{día}$ en los restantes. Los bajos gradientes hídricos y las altas velocidades de descarga estimadas en los estadios analizados se pueden relacionar directamente con un medio de alta conductividad hidráulica.

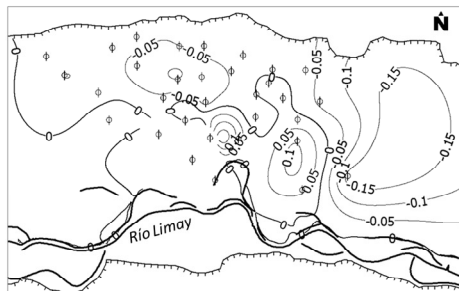
La disminución de las reservas en el acuífero freático, estimada en base a los mapas de isovariación (Fig.4) y considerando porosidad media del 12 % en un área de 55 km^2 para los distintos meses, muestra valores de $0,98 \text{ hm}^3$ en los meses de mayo y junio y de $0,53 \text{ hm}^3$ para julio.



Periodo mayo-junio. Equid: 0.05 m



Periodo junio-julio. Equid: 0.05 m



Periodo julio-agosto. Equid: 0.05 m

Figura 4 Mapas de isovariación.

Conclusiones

La descarga subterránea, a partir del cese del riego, se produce en forma constante, con gradientes hídricos uniformes y volúmenes de descarga similares. Los bajos gradientes observados en los estadios analizados se

pueden relacionar directamente con la alta conductividad hidráulica y la homogeneidad del medio.

El neto predominio de la descarga sin recarga comienza en mayo y se continua en esta situación en los tres meses siguientes. Los valores mínimos en los años analizados son similares en cada uno de los pozos de observación.

Los pozos influenciados directamente por el riego, muestran variaciones homogéneas en los niveles freáticos para las distintas épocas de año. Se reconoce la mayor altura en los niveles en septiembre-octubre, que se profundizan levemente entre noviembre y enero. Un nuevo ascenso se produce entre enero y abril. Entre mayo y agosto se profundizan en forma progresiva los niveles freáticos.

La disminución en las reservas del acuífero freático, para los distintos períodos, muestran valores de 0.98 hm^3 en mayo y junio y 0.53 hm^3 en julio. Ello hace que el descenso en las reservas para el período sin riego (junio – agosto) sea de 2.46 hm^3

El conocimiento del régimen de las aguas subterráneas y las variaciones en las reservas del acuífero freático, es de suma importancia en este tipo de ambientes de clima árido ya que permite optimizar las estrategias para el manejo del recurso hídrico, indispensable para el desarrollo económico de la región.

Referencias

- Custodio, E. y Llamas M. R. 1983. Hidrología subterránea. Ed. Omega. Barcelona.
- Galeazzi, J., Pesan P. Muñoz J., Signorelli V. J. Quiroga. 2007 Reconocimiento de la dinámica freática mediante el monitoreo de un área piloto del Alto Valle de Río Negro. XXI Congreso Nacional del Agua (CONAGUA 2007) Tucumán
- Laurencena, P., Kruse, E. y J. Mas-Pla. 2009. Caracterización hidrogeológica y modelación preliminar del flujo subterráneo en la cuenca baja del Río Limay, Provincia de Neuquén, Argentina. Capítulo del libro: Gestión ambiental Integrada de Áreas Costeras. (Pág. 189.200) .ISBN 978-84-497-0122-1. Primera edición. Rubes Editorial, 2009. España.
- Laurencena, P., Kruse, E. y Rodríguez Capítulo, L. 2010. Hidroquímica subterránea de un sector de la llanura aluvial del Río Limay. Fondo natural en referencia a flúor y arsénico." X Congreso ALHSUD. Aguas Subterráneas y Desarrollo Sustentable de los

- Pueblos Latinoamericanos. Ref: 102 -Ar-T1.
Caracas, 2010. Venezuela
- Laurencena P., Carol E. y Eduardo Kruse
"Procesos intervinientes en la calidad química
del agua subterránea de un sector de la
llanura aluvial del Río Limay." VII Congreso
Argentino de Hidrogeología y V Seminario
Hispano-latinoamericano sobre temas
actuales de la Hidrología Subterránea. ISBN
978-987-23936-8-7. Pág.260-267. 2011
Salta.
- Socic, M. 1978.Recursos Hídricos
Subterráneos. En: Geología y Recursos
Naturales del Neuquén. Relatorio VII
Congreso Geológico Argentino. Neuquén.
Pág. 309 – 324.