

## VARIACIÓN DE LA RECARGA SUBTERRÁNEA. CUENCA ARROYO EL PESCADO (PROVINCIA DE BUENOS AIRES).

Patricia LAURENCENA \*; Laura VARELA \* y Eduardo KRUSE \*\*

\* C.I.C. – Universidad Nacional de La Plata. Paseo del Bosque s/n

\*\* CONICET – Universidad Nacional de La Plata. Paseo del Bosque s/n

### ABSTRACT

GROUNDWATER RECHARGE FLUCTUATION IN AO. EL PESCADO BASIN (BUENOS AIRES, PROVINCE).

This paper deals with the hydrogeological and groundwater characteristics at Arroyo El Pescado basin (Buenos Aires Province).

Considering the regional hydrologic behavior, the analysis of water table changes in relation to the different zones in the basin was done.

Finally it was established that the relation stored water vs. water excess from hydrologic balance point out the amount of recharge and its influence on the groundwater system.

### INTRODUCCIÓN

La evaluación de la infiltración y su influencia en la recarga de las aguas subterráneas adquiere trascendencia en el comportamiento geohidrológico del Noreste de la Provincia de Buenos Aires.

En particular y vinculado con el área analizada (Cuenca del Ao. El Pescado), donde aún se mantienen en forma general las condiciones naturales de flujo subterráneo, distintos estudios analizan las condiciones hidrogeológicas y su relación con las componentes del ciclo hidrológico, debiéndose destacar entre otros antecedentes: Sala *et al* (1972), González y Laurencena (1988), Auge (1995) (a y b).

La cuenca del Arroyo El Pescado se halla a unos 5 Km al sur de la ciudad de La Plata e incluye a los partidos de La Plata y Magdalena (Figura 1).

El objetivo de esta comunicación es efectuar una evaluación de los procesos de recarga del agua subterránea. Ello adquiere importancia si se tiene en cuenta que se trata de un área alternativa de posible explotación para el abastecimiento de agua potable a la ciudad de La Plata.

Este trabajo forma parte de los estudios que se llevan a cabo en esta cuenca y cuyo objetivo es analizar los procesos hidrológicos y sus particularidades.

### CARACTERÍSTICAS GENERALES

De acuerdo a la clasificación de Thornthwaite, el clima de la zona es "húmedo, mesotermal, con nula deficiencia de agua y baja concentración térmica estival" (González y Laurencena, 1988).

La información climática correspondiente al Observatorio Astronómico de La Plata (1909/97) indica una temperatura media anual de 16°C. La precipitación media anual modular es de 1021 mm, siendo la estación más lluviosa el otoño con el 28% de la precipitación y la de menor aporte pluvial es el invierno con el 18%.

El balance hídrico a nivel del suelo, considerando un coeficiente de retención de humedad del suelo equivalente a una altura de 150 mm de agua, muestra que la evapotranspiración real media (Thornthwaite y Mather, 1957) es de 779 mm/año, lo cual representa una pérdida del 76% con respecto al aporte pluvial, concentrándose los excesos (242 mm/año) en el período abril-noviembre, derivados de las temperaturas más bajas y consecuentemente menor evapotranspiración potencial. Durante los meses de verano se produce un déficit hídrico de 10 mm y en los meses de marzo y abril se repone paulatinamente la humedad en el suelo. (Tabla 1)

Desde un punto de vista geomorfológico el área se encuentra ubicada en una llanura de suave pendiente regional hacia el NE, dentro del ámbito denominado por Daus (1946) Pampa Ondulada. En este paisaje se puede diferenciar, tanto en lo referente a su génesis como a su forma, dos unidades morfológicas: Zona Interior y Planicie Costera (Fidalgo y Martínez, 1983).

La Planicie Costera comprende una faja de 5 a 8 Km de ancho dispuesta en forma paralela a la línea de ribera (Figura 1). En ella, las alturas están en un 90% por debajo de los 3 m.s.n.m., lo cual le confiere un aspecto llano, prácticamente sin relieve.

La Zona Interior, se desarrolla entre las cotas 5 y 25 m.s.n.m.. En este ámbito morfológico, se desarrolla la cuenca propiamente dicha del Arroyo El Pescado. Este arroyo nace a cota 20 m y con un recorrido de 30 Km llega a la Planicie Costera, donde es canalizado para posibilitar su desembocadura al Río de la Plata. La pendiente longitudinal del cauce, desde cabeceras hasta su canalización, es 0,6 m/Km.

## **CARACTERÍSTICAS HIDROGEOLÓGICAS**

A nivel regional, el área de estudio se emplaza en uno de los cuatro elementos estructurales positivos de primera magnitud reconocidos en el ámbito bonaerense (Yrigoyen, 1975). Este elemento positivo (Umbral de Martín García), constituye el límite NE de la cuenca sedimentaria del Salado. El basamento cristalino se ubica a una profundidad de 486 mbbp en La Plata, disponiéndose por encima una secuencia estratigráfica compuesta por: Formación Olivos o "El Rojo" (Mioceno Inferior) ubicado entre los 297 y 486 m; la Formación Paraná o "El Verde" (Mioceno Superior) entre 63 y 297 mbbp, la Formación Puelches o "Arenas Puelches" (Plio-Pleistoceno) entre 44 y 63 mbbp; culminando la secuencia con las formaciones Pampeano (Pleistoceno Medio-Superior) y Postpampeano (Pleistoceno Superior-Holoceno).

Desde un punto de vista hidrogeológico esta secuencia constituye un acuífero multiunitario compuesto por una alternancia de secciones productivas, separadas por sedimentos de menor permeabilidad. Se diferencian por encima del Basamento Hidrogeológico tres secciones: Epiparaniana, Parianiana e Hipoparaniana (Sala *et al.*, 1972). La primera es la más superficial, abarca los Sedimentos Pampeanos, Postpampeanos y las Arenas Puelches y contiene a la capa freática. La segunda, de

posición intermedia, coincide con las arcillas verdes de la Formación Paraná y la última, que es la más profunda, con los sedimentos asignados al Rojo.

La capa freática es la parte activa del sistema y se analiza a continuación sintéticamente sus características hidrodinámicas e hidroquímicas generales.

## **HIDROLOGÍA SUBTERRÁNEA**

A través de una red de monitoreo que incluye 35 freatómetros de control, se caracterizó un patrón de comportamiento de la capa freática.

La morfología freática muestra que la divisoria regional del agua subterránea además de representar una zona de predominio de recarga, es coincidente con la divisoria superficial que limita la cuenca del Ao El Pescado. A su vez, las zonas de descarga preferencial coinciden con la planicie de inundación de dicho arroyo.

La morfología es de tipo radial con filetes de flujo convergentes y perfil de depresión hiperbólico, todo lo cual indica el carácter efluente del agua subterránea con respecto al agua superficial.

El escurrimiento subterráneo regional se orienta hacia el NE (González y Laurencena, 1988), con un gradiente hidráulico de 0,5 m/Km en la zona de descarga. Cabe destacar la variación existente en los sectores norte y sur de la cuenca, en los gradientes hídricos, correspondientes a la zona de conducción. Así se observa que en el sector norte, el gradiente hidráulico medio para la zona de conducción es de 0,6 m/Km, mientras que para el sector sur de la cuenca éste asciende a 1,8 m/Km.

La variación en los gradientes hidráulicos señalada precedentemente, puede ser un indicio de diferencias de permeabilidad de los Sedimentos Pampeanos en dichos sectores de la cuenca. Debe señalarse el desarrollo, prácticamente de todos los afluentes del Ao El Pescado, en su margen derecha.

Lo más destacado en el aspecto hidroquímico, es la pronunciada variación en la composición iónica que se produce en el ámbito de la Planicie Costera. Con ello se hace referencia al hecho de que mientras en el ámbito de la Zona Interior los tenores salinos se sitúan aproximadamente entre 370 y 1600 ppm, los cloruros promedian 40 ppm y los sulfatos no sobrepasan las 60 ppm. En la Planicie Costera esta situación se modifica totalmente, ascendiendo el residuo sólido a aproximadamente 8000 ppm, los cloruros superan las 3000 ppm y los sulfatos aumentan a 1400 ppm. (Laurencena, P. 1989) Uno de los factores que pueden influir en esta última situación sería la disminución de la velocidad de flujo, deducida del bajo gradiente.

En la Zona Interior predomina el agua bicarbonatada, asociada a una baja salinidad, lo cual podría relacionarse a una importante infiltración (Laurencena, 1989) y renovabilidad equilibrada que evita procesos de concentración por disolución debido al tiempo de contacto agua - sedimento. El comportamiento hidroquímico, se ajusta a la evolución que teóricamente deriva del recorrido subterráneo. Con predominio del tipo bicarbonatado-sódico en los ámbitos de recarga y conducción y clorurado-sódico en los ámbitos de descarga parcial.

El agua superficial denota su carácter efluente, observando una composición química similar a la del agua subterránea, aumentando al igual que esta última su tenor salino en el ámbito de la Planicie Costera.

## **BALANCE HIDROLÓGICO**

Para desarrollar el balance hidrológico general, se utilizó la fórmula simplificada del ciclo hidrológico, que establece:

$$P = E_{vtr} + E_f + I$$

De estas variables, la única efectivamente registrada es la precipitación media (1021 mm/año en el período 1909-1997). La evapotranspiración real se obtuvo del balance hídrico a nivel del suelo y su valor medio fue estimado en 779 mm/año (Tabla 1). En lo que respecta al escurrimiento fluvial, debido a la falta de estaciones de aforo en el área, fue estimado en el 5 % de la precipitación anual. Este porcentaje surge de las experiencias indicadas por Auge (1995 a) en la región. De ello resulta un escurrimiento fluvial de 51 mm/año. Por su parte, la infiltración se obtuvo por diferencia del resto de las variables:

$$I = P - E_{vtr} - E_f = 1021 \text{ mm/año} - 779 \text{ mm/año} - 51 \text{ mm/año} = 191 \text{ mm/año}$$

## **RECARGA DEL AGUA SUBTERRÁNEA**

El régimen natural del agua freática en esta zona está directamente influenciado por las oscilaciones climáticas.

Una serie de mapas isofreáticos realizados en distintas épocas han permitido interpretar arealmente las fluctuaciones de los niveles freáticos.

En este caso particular se analizan mediante un mapa de curvas de igual altura de fluctuación, las variaciones comprendidas entre un mes con niveles freáticos más profundos (febrero/89) y otro menos profundos (noviembre/91), observándose una tendencia ascendente.

En la Figura 2 se pueden observar las variaciones areales detectadas en el período considerado, las mayores variaciones (ascenso entre 2 y 3 m) son coincidentes con las divisorias principales (áreas de predominio de recarga). Fluctuaciones intermedias (ascenso entre 1 y 2 m) se restringen a la zona de conducción, mientras que los valores menores (ascenso inferior a 1 m) se reconocen en los sectores más próximos a la red de drenaje (zona de predominio de descarga). En ningún sector de la cuenca se ha registrado una profundización de los niveles freáticos.

Utilizando el área de la cuenca (300 km<sup>2</sup>) correspondiente a la delimitada en la Figura 2, el volumen de acuífero afectado por la variación es de 340 Hm<sup>3</sup>, lo cual significa una amplitud media de fluctuación de 1,13 m.

Un balance hidrológico particular para el período considerado (Nov/91- Feb/89) ha posibilitado establecer:

$$I = P - E_{vtr} - E_f = 1236 \text{ mm/año} - 851 \text{ mm/año} - 62 \text{ mm/año} = 323 \text{ mm/año}$$

Es decir que se trata de un período donde los excesos hídricos (Tabla 2) superan en 132 mm/año al valor medio.

Si se compara la fluctuación media de los niveles con la variación en los excesos hídricos, existe una correspondencia entre ambos valores, asumiendo una porosidad eficaz de los sedimentos del orden de 0,1. Este valor es similar al establecido para este tipo de depósitos por distintos autores en la región. Auge (1995 b) indica un valor de

0,08; Gonzalez *et al* (1997) 0,11, de acuerdo a las experiencias realizadas en un área vecina.

Por otra parte debe considerarse que la fluctuación del volumen de agua almacenada está definiendo la magnitud de las reservas reguladoras del sistema. En relación a ello debe tenerse en cuenta la influencia en el agua almacenada en las Arenas Puelches, dadas las similitudes existente entre los acuíferos Pampeano y Puelche (Auge, 1995b) permiten considerarlos en forma conjunta y aprovechar la información del primero para predecir el comportamiento del segundo. El ascenso de los niveles freáticos posibilita un aumento en el potencial hidráulico entre los acuíferos mencionados, posibilitando una mayor recarga hacia el Puelche, tal como lo ha demostrado Auge (1997).

La evaluación realizada es de carácter general tendiendo a señalar órdenes de magnitud de la recarga del agua subterránea. Un mayor detalle, especialmente en las variables vinculadas al balance hidrológico, posibilitará lograr una mejor aproximación en la cuantificación de los procesos.

## **CONCLUSIONES**

Las variaciones areales de los niveles freáticos en un período (1989 -1991) de tendencia general ascendente indican que las mayores variaciones (ascenso entre 2 y 3 m) son coincidentes con las áreas de predominio de recarga. Fluctuaciones intermedias (ascenso entre 1y 2 m) se corresponden con la zona de conducción, mientras que los valores menores (ascenso inferior a 1 m) se reconocen en la zona de predominio de descarga.

Una amplitud media de fluctuación de 1,13 m se correspondió con valores de excesos hídricos que superaron en 132 mm/año al valor medio.

El incremento del volumen de agua almacenado en el período (del orden de 340 Hm<sup>3</sup>) está definiendo la magnitud de las reservas reguladoras del sistema, influyendo ello al agua almacenada en los Sedimentos Pampeanos y en Arenas Puelches.

Un mayor detalle en las variables vinculadas al balance hidrológico posibilitará lograr una mejor aproximación en la cuantificación de los procesos..

## **BIBLIOGRAFÍA**

- AUGE, M.P., 1995 a . Manejo del agua subterránea en La Plata, Argentina. Convenio IDRC - UBA. Inédito
- AUGE, M.P., 1995 b. Similitudes hidrogeológicas entre los acuíferos Pampeano y Puelche en La Plata, Argentina. II Seminario Hispano Argentino de Hidrología Subterránea: 235 - 241. Tucumán.
- AUGE, M.P., 1997. Piezometría de los acuíferos Pampeano y Puelche en Poblet, La Plata - Argentina. I Congreso Nacional de Hidrogeología: 145 - 152. Bahía Blanca
- DAUS, F.A., 1946. Morfología general de las Llanuras Argentina. Geografía de la República Argentina. GAEA, VI.
- FIDALGO, F., y O.R.MARTINEZ, 1983. Algunas características geomorfológicas dentro del Partido de La Plata, Provincia de Buenos Aires. Revista Asociación Geológica Argentina, XXXVIII (2), 263 - 279. Buenos Aires

GONZALEZ, N. y P.LAURENCENA, 1988. Cuenca hidrológica experimental Arroyo El Pescado. Resultados preliminares". II Jornadas Geológicas Bonaerenses: 641-649 Bahía Blanca.

GONZALEZ, N., HERNANDEZ,M.A. y A.RUIZ DE GALARRETA, 1997.Balance hidrológico a nivel de la zona no zaturada en un área de la cuenca de los Arroyos Martín y Carnaval, La Plata, Provincia de Buenos Aires, Argentina.III Seminario Hispano – Argentino sobre temas actuales de Hidrología Subterránea : 97 – 106. Bahía Blanca.

LAURENCENA, P., 1989. "Contribución al conocimiento de los procesos hidrológicos vinculados con la interrelación aguas superficiales-aguas subterráneas en cuencas de llanuras". Cuenca Arroyo El Pescado, Pcia. de Buenos Aires. Informe científico final, CIC.

SALA, et.al. 1972. "Contribución al estudio geohidrológico del Noreste de la Provincia de Buenos Aires". EASNE-CFI. Serie. Téc.24, Tomo I y II.

THORNTHWAITE, C.W. y MATHER, J.R., 1957. "Instruction and tables for computing the potential evapotranspiration and the water balance". Climate Crewel Inst. of Technology. 10(3).

YRIGOYEN, M.R., 1975. Geología del subsuelo y plataforma continental. En Relatorio del VI Congreso Geológico Argentino.