

RESUMEN

El agua subterránea almacenada en las dunas costeras del sector nororiental de la Provincia de Buenos Aires es la única fuente natural de agua dulce para abastecimiento a poblaciones. La actividad del hombre en la zona costera generalmente induce a cambios en la ubicación y/o extensión de las áreas de recarga y descarga subterránea.

La zona estudiada (San Clemente del Tuyú, Partido de la Costa) está constituida por dunas o médanos que conforman un cordón paralelo a la costa donde se acumulan lentes de agua dulce limitados hacia el oeste por el agua salobre de la llanura deprimida y hacia el este por el agua de mar. El crecimiento poblacional, asociado a cambios en el uso del suelo y a un significativo aumento turístico da lugar a modificaciones en el ciclo hidrológico.

El objetivo fue reconocer los factores hidrológicos que influyen en el comportamiento actual de las aguas subterráneas en la costa arenosa oriental de la Provincia de Buenos Aires. Ello resulta básico para fijar criterios de manejo sustentable del recurso.

Para abordar este problema se consideraron las características hidrológicas regionales, y a partir de éstas se analizaron casos particulares para efectuar un análisis local y detallado de los factores básicos e influyentes que permitan cumplir con el objetivo planteado.

Las actividades desarrolladas incluyeron tareas de campo, gabinete y laboratorio. Se incluyó una etapa de recopilación bibliográfica nacional e internacional, el estudio cartográfico y de imágenes satelitales, así como la generación de un mapa topográfico a escala 1:25000. El análisis de la evolución morfológica y cambios en el uso del suelo, permitió determinar que las variaciones en la superficie del médano están relacionadas con la urbanización, destacándose la importancia de ello con las posibilidades de infiltración.

Se diferenció un sistema geohidrológico somero y otro profundo. La caracterización y análisis de mayor detalle corresponde al somero, que aloja lentes de agua dulce y está directamente relacionado con el ciclo hidrológico actual. Para el profundo se carece de datos y sólo es posible definirlo como un sistema de baja permeabilidad que incluye algunos niveles arenosos que contienen agua de alta salinidad y se localiza por debajo de los 92 m de profundidad.

El espesor de la lente de agua dulce en el sector central del área de estudio varía entre 4 y 10 m aumentando su potencia de norte a sur y disminuyendo hacia el este hasta la interfase con el agua salada marina y al oeste donde lo hace con el agua salobre continental. Los datos geofísicos constituyen un elemento más que permite verificar el esquema hidrogeológico

Se efectuó el análisis de variables meteorológicas a escala regional y local. Se reconoce una homogeneidad regional, con una precipitación media anual del orden de los 1000 mm, donde el mayor porcentaje ocurre de octubre a marzo. La temperatura media anual es de 14,6 °C, la humedad relativa promedio es del 85 % y la frecuencia de vientos es muy variable, aunque la dirección del este es predominante.

Se instaló una red de monitoreo de 43 pozos distribuidos. Se llevaron a cabo relevamientos de los niveles freáticos con periodicidad mensual entre noviembre de 2007 y julio de 2010. Los resultados facilitaron la elaboración de mapas isofreáticos, de isoprofundidad e isovariaciones utilizando la herramienta SIG, junto con correcciones y ajustes manuales de acuerdo a interpretación propia y conocimiento del sistema. Los mapas de flujo subterráneo indican, como generalidad, un área elevada en la morfología freática en coincidencia con la parte central y de mayor altura del cordón costero, constituyendo la zona de predominio de recarga de las aguas subterráneas. La descarga se manifiesta en dos direcciones opuestas, una hacia el mar al este y la otra hacia la llanura deprimida al oeste.

En base a los mapas de isovariación y los gráficos de fluctuaciones se detectó que la elevación en los niveles freáticos se da cuando las precipitaciones acumuladas entre las fechas de relevamientos (mensual) son superiores a 60 mm. En cambio, a nivel diario se pudo definir que los ascensos del agua subterránea se manifiestan con lluvias superiores a 30 mm.

Se reconoce una relación entre el comportamiento freático y los excesos de agua. Los años con mayores excesos se reflejan en un aumento generalizado de los niveles, aunque existen diferencias según se trate de la zona medanosa o del área urbana. Existe un rápido ascenso de los niveles como respuesta a los excesos de las precipitaciones o, en caso contrario, un descenso marcado ante la falta de aportes en épocas de déficit hídrico.

Se definieron áreas de uso de suelo que se diferencian en cuanto al comportamiento ante la recarga. Así en el área caracterizada por un suelo medanoso con escasa vegetación los ascensos de los niveles freáticos pueden ser 3 veces superiores a los del sector urbanizado.

Se diferenciaron las características del agua en el cordón costero que son bicarbonatadas cálcicas y/o magnésicas con tenores relativamente homogéneos de baja salinidad (< 1500 mg/L), en general aptas para consumo humano a excepción de elevados contenidos de hierro y manganeso. La llanura deprimida, de alta salinidad, presenta una fuerte heterogeneidad areal con aguas de tipo cloruradas y/o sulfatadas magnésicas, no aptas para la bebida. Los datos químicos elaborados permiten reconocer que la calidad del agua en los dos ambientes geomorfológicos descriptos está influenciada por distintos procesos hidrológicos.

En algunos sectores la composición isotópica es similar al promedio de las precipitaciones y en otros, se exhibe una composición de lluvias individuales muy empobrecidas que se infiltran rápidamente, alcanzando el nivel freático sin modificaciones. Además, esta herramienta combinada con los parámetros químicos ha posibilitado corroborar que no existe un avance de la intrusión salina al este del médano. Se ha comprobado la mezcla del agua dulce freática con el agua salobre de la llanura deprimida hacia el oeste del médano. Las diferencias entre los resultados sugieren que se trata de un sistema dinámico, en donde el agua subterránea refleja la importancia de la recarga en el médano.

El abastecimiento de agua potable a la localidad se realiza a partir de un campo de bombeo, situado fuera de la zona urbanizada. La explotación se realiza a través de un sistema de pozos Ranney y un sistema Wellpoint situados en el cordón costero. La profundidad de extracción oscila entre 4 y 6 m. Se observa un descenso de los niveles freáticos a lo largo del tiempo, y un cono de depresión en el campo de bombeo. Es necesario aumentar la producción para abastecer a un mayor número de habitantes y a la creciente demanda turística. Las pautas de manejo deben incluir la selección de nuevas áreas de captación, lo cual requerirá una cuantificación detallada de los ingresos y egresos de agua al sistema hidrológico. Se recomienda una explotación areal, siendo necesario declarar a las áreas de captación como zonas de reserva para conservar las áreas de recarga y evitar toda posible contaminación del agua subterránea.

ABSTRACT

The only fresh water source available to the population in the Northeastern region of Buenos Aires province is the coastal dunes. Human activity in coastal areas generally leads to changes in the location and/or extension in groundwater recharge and discharge areas.

The study area (San Clemente del Tuyú, Partido de la Costa) it is located in a fringe of coastal dunes where the fresh water lens is limited by two interfaces: brackish water - fresh water to the continent (west) and fresh water- salt water to the sea (east). Population growth and an increase in tourist activity associated with land-use change, produce modifications in the hydrological cycle.

The aim was to recognize the hydrological factors that influence in the groundwater current behavior at the Buenos Aires northeastern sandy coast. This is necessary to set up the sustainable resource management criteria.

The regional hydrological characteristics were taken into account to solve the problem. Local and detailed cases were determined to analyze the basic and influent factors that would allow fulfilling the proposed aim.

Field work, office and laboratory activities were developed. There was a national and international bibliographic compilation. Cartographic and satellite imageries analysis with the construction of a 1:25000 scale topographic map were included. Morphological evolution and land-use changes analysis has allowed determining how the variations in the dunes area were related to the urbanization and population rise. This is important to verify the relationship between the dune state and infiltration possibilities.

A shallow and a deep geohydrological system were distinguished. The detailed characterization and analysis correspond to the shallow one that contains fresh water lenses and it is directly related to the current hydrological cycle. The deep system is lacking in data therefore it is only possible to define it as a low permeability system that includes some sand levels with high salinity and it is located from 92 m depth.

The fresh water lens thickness, in the central sector of the study area, varies between 4 and 10 m increasing from north to south and decreasing to the east towards the sea salt water interface and to the west, towards the continental brackish water.

Geophysical data is another element that permits the hydrogeological sketch verification.

A regional and local meteorological variables analysis was made. A regional homogeneity was recognized, with 1000 mm average annual rainfall where the greater percentage occurs from October to March. The average annual temperature is 14.6 ° C, the average of relative humidity is 85% and the frequency of winds varies greatly, although the east direction is somewhat more predominant.

A monitoring network with 43 distributed wells was installed. Monthly phreatic level surveys were carried out between November 2007 and July 2010. The results provided the isophreatic, isodepth and isovariation maps construction using a GIS tool, with manual adjustment and corrections according to personal interpretation and knowledge of the system. The groundwater flux maps show, generally, a high area in the phreatic morphology which coincides with the central and the highest part of the coastal dune that is the main groundwater recharge zone. The discharge takes place in two opposing directions, to the east towards the sea and to the west towards the continental plain.

Based on isovariation maps and fluctuation graphs it was determined that the rise in the phreatic level occurs when accumulated precipitation between surveys (monthly) is greater than 60 mm. However, in a daily measure it was defined that groundwater level rise occurs with precipitation greater than 30 mm.

A relationship between phreatic level behavior and water surplus was recognized. The years with greater water surplus are reflected in a generalized water level rise, although there are differences depending on whether it is a dune or urban area. A quick response following the recharge from the water surplus as a result of the rains can be observed, or otherwise a decrease due the lack of precipitation in hydric deficit periods.

Land-use areas with different behavior before the recharge were defined. In the area characterized by a sandy soil with scarce vegetation, phreatic level rise can be three times greater than in the urbanized sector.

The coastal dunes water are characterized by relatively homogeneous low salinity values (< 1500 mg/L) with Calcium-Magnesium-Bicarbonate water which would be suitable for human consumption if it were not for the high concentration of iron and manganese. The continental plain presents a strong areal heterogeneity with Magnesium-Chloride-Sulphate water not fit for drinking. The chemical data make it

possible to recognize that water quality in the geomorphological environments described is influenced by different hydrological processes.

In some sectors the isotopic composition is similar to average precipitation and in others, an impoverished isotopic value in individual rainfall composition is shown reaching the phreatic level without modifications. Although this tool combined with chemical parameters made it possible to corroborate the lack of salt water intrusion at the dune eastern part. The mix between the fresh water and the continental plain brackish water at the western sector has been proved. The differences between the results suggest that it is a dynamic system where the groundwater shows the importance of the recharge in the dunes.

The city's drinking water supply is acquired from a pumping field located outside the urbanized area. The water exploitation is accomplished through the use of horizontal wells Ranney type and Wellpoint systems situated in the coastal dune. The extraction depth varies between 4 m and 6 m. A phreatic's levels general tendency towards deepening in time and a cone of depression were observed in the pumping field. It is necessary to increase the drinking water supply to cover the needs of a greater number of inhabitants. The management guidelines should include the selection of new exploitation areas, including a detailed water input and output quantification of the hydrological system. It is also recommended an areal exploitation at scarce depth, and it is fundamental that the areas of use are declared reservation areas to conserve the recharge areas and to avoid all possible contamination of the groundwater.