

**ESTUDIO GEOHIDROLÓGICO DEL SUBÁLVEO DE LOS CAÑADONES ORIENTALES
DE LA PAMPA ALTA. PUERTO DESEADO. PROVINCIA DE SANTA CRUZ.
REPUBLICA ARGENTINA.**

José BARBAGALLO (*) y Ricardo GONZALEZ ARZAC (*).

RESUMEN

Se presentan las características geohidrológicas del acuífero freático alojado en el subálveo de los cañadones que nacen en el borde oriental de la terraza Pampa Alta. El análisis de la información incluye la descripción litológica, la medición de niveles freáticos y el muestreo químico de 21 perforaciones distribuidas en cinco cañadones.

Los resultados obtenidos permitieron definir el esquema hidrodinámico, la evolución hidroquímica y diferenciar aguas muy maduras de moderadamente juveniles a partir del empleo de técnicas estadísticas de agrupamiento y regresión, sumadas a la evaluación tradicional.

Posteriormente se recomienda las posibles áreas y alternativas para el aprovechamiento de la fuente subterránea con la finalidad de abastecimiento humano y/o industrial.

(*) Licenciado en Geología

Consejo Federal de Inversiones

Calle 3 n° 683 (1900) La Plata

República Argentina

Tel. y Fax: 54 (021) 227482/232709

INTRODUCCIÓN

La síntesis incluida en este trabajo corresponde a estudios realizados en un área de aproximadamente 2000 km² con miras a ampliar la provisión de agua para consumo humano e industrial a la localidad de Puerto Deseado. El área está ubicada en el noreste de la provincia de Santa Cruz, departamento Deseado, entre el extremo sur del Golfo San Jorge y el curso inferior del Río Deseado, limitado por los meridianos 65° 50' y 66° 10' y los paralelos 47° 20' y 47° 40'.

El rasgo más destacado de la región es una superficie plana denominada Pampa Alta que se extiende desde el oeste, situada entre los 120 y 130 metros que corresponde a un nivel gradacional terrazado de la margen izquierda del Río Deseado, de muy baja pendiente (0,04%) hacia el sudeste, con destacados paleocauces de diseño anastomosado, bajos y acumulaciones eólicas.

La terraza constituye un depósito de gravas y arenas de 8 a 12 metros de potencia con un espesor saturado de 2 a 3 metros, apoyado sobre 50-60 metros de arcillas limo arenosas y arcillas plásticas terciarias de características acuitardas. La base del sistema, de condiciones acuífugas, está conformada por porfiritas jurásicas (González Arzac y Barbagallo, 1990).

La región está caracterizada por un clima muy árido, con precipitaciones pluviales y nivales concentradas en los meses más fríos (200 milímetros), fuertes vientos procedentes del oeste durante la primavera y el verano (40 a 120 km/h), y bajas temperaturas (-10° a 20°C).

El acelerado crecimiento demográfico y la expansión de la actividad pesquera han generado un importante déficit en la provisión de agua potable a la ciudad de Puerto Deseado. Las fuentes subterráneas del área son de escasa magnitud encontrándose tres alternativas viables, consistentes en la construcción de pozos de gran diámetro en la Pampa Alta, la captación de manantiales en distintos cañadones y el aprovechamiento de los subálveos de los cañadones.

El abastecimiento actual es producido por la captación de manantiales y el proyectado por la construcción de pozos de gran diámetro en la terraza y la captación adicional de nuevos manantiales.

El presente trabajo esta referido a los cañadones labrados sobre el Terciario, que disectan por el este a la Pampa Alta, como consecuencia de la acción marina y la erosión retrocedente. Se denominan de norte a sur Nuevo, Liverpool (que unidos forman el Blanco), Onetto y La Maruja.

La base está compuesta por arcillas verdes azuladas muy compactas y localmente, en el sector medio-distal del subálveo, arcillitas verdes muy compactas. Dicha base se encuentra a una profundidad superior a los 3.0 metros en cabecera y aproximadamente de 1 a 1.5 metros en la parte distal. Desde los sectores proximales hacia las zonas de descarga la transmisividad desciende notablemente por una disminución de la permeabilidad y del espesor saturado.

La información brindada por los sondeos realizados en el cañadón La Maruja, localizado al sudoeste de los anteriores, permite observar una similitud litológica con el resto de los cañadones, pero que se diferencia por la gran cantidad de manantiales que descargan en el subálveo aguas de baja salinidad generando localmente una gran variación hidroquímica.

Se distingue un suelo areno-arcilloso que localmente por el aporte de abundante agua superficial de la descarga de los manantiales un nivel arenoso con abundante materia orgánica, e infrayaciendo un nivel de arenas finas a medianas con grava y arcilla subordinada que le confiere una coloración verde azulada. En cabeceras también suelen detectarse algunos niveles arenosos con conchillas poco potentes. El piso está constituido por arcillas verde azuladas muy plásticas, que hacia la zona distal pasan a arcillitas verdes muy compactas. En la descarga del subálveo presenta un relleno de lecho de pobre espesor (0.60 metros) compuesto por gravas medianas a finas con una matriz arcillo-arenosa.

Niveles Freáticos

La posición de los niveles freáticos es semejante en todos los cañadones oscilando su profundidad entre 1.40 y 1.90 metros en las cabeceras, entre 0.70 y 1.00 metros para el sector medio, y entre 0.30 y 0.50 metros para la descarga.

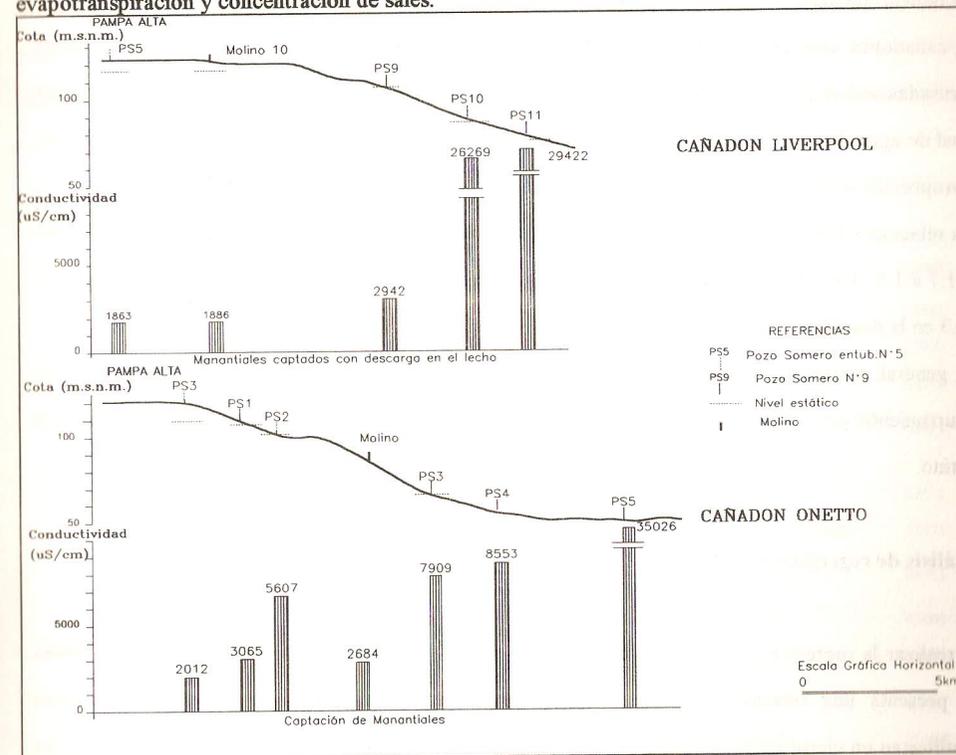
Estos sistemas tienen una recarga alóctona subterránea y superficial de las aguas que circulan por la terraza Pampa Alta y, en menor proporción, autóctona a partir de la infiltración directa de la descarga de los manantiales y de las precipitaciones.

HIDROQUIMICA

Generalidades

Relacionando los perfiles topográficos longitudinales de los cañadones con los valores de conductividad eléctrica, se observa claramente el incremento de 1.900 a más de 30.000 uS/cm en

sentido del escurrimiento subterráneo, generado por la disminución de la velocidad de flujo y la escasa profundidad del nivel freático hacia las zonas de descarga, que favorece la intensa acción de la evapotranspiración y concentración de sales.



Desde las nacientes de los cañadones hacia el este los tenores de residuo seco, cloruros, sulfatos, dureza total y flúor pasan de 1.700 a más de 20.000 mg/l, 600 a más de 10.000 mg/l, 115 a más de 4.000 mg/l, 50 a más de 2.000 mg/l y 5 a 40 mg/l.

Los análisis químicos efectuados en las muestras de agua extraídas en el cañadón La Maruja manifiestan una elevada concentración de sales desde el sector medio-proximal (pozo 17) hasta la descarga (pozo 20), variando la salinidad de 2.597 a 19.294 mg/l.

Algunas áreas presentan alteraciones producidas por la descarga de manantiales con agua de baja salinidad produciendo la disminución de los tenores. Un ejemplo que muestra claramente este fenómeno son los pozos someros 18 y 19 (sector medio del cañadón La Maruja) que exhiben una notable disminución de las concentraciones comparando con las condiciones presentes hacia la

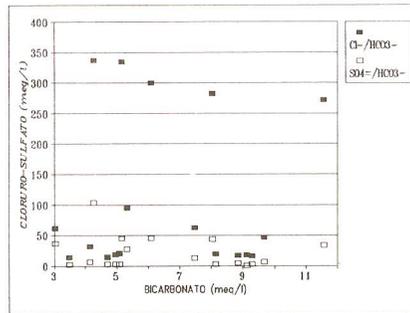
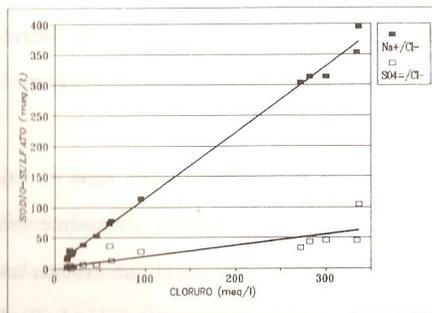
cabecera y la descarga. Los valores de residuo seco, cloruros, sulfatos, dureza total y flúor varían de 1.600 a 1.900 mg/l, 520 a 730 mg/l, 100 a 130 mg/l, 120 a 160 mg/l, y 9 a 10 mg/l, respectivamente. Las familias de agua indican un tipo clorurada bicarbonatada sódica para la zona de las cabeceras de los cañadones con un pasaje muy rápido, en dirección del escurrimiento subterráneo, a aguas cloruradas sódicas. En los sectores donde se ubican manantiales sin captar que generan la recarga zonal de agua de baja salinidad pasan a ser cloruradas sódicas pero con un importante incremento de la proporción de bicarbonatos y en menor cantidad de calcio y magnesio.

Las relaciones iónicas sodio-cloruro, bicarbonato-cloruro y sulfato-cloruro presentan valorizaciones de 1.7 a 1.8, 0.4 a 0.7 y 0.10 a 0.15 en los sectores de las cabeceras y de 1.1 a 1.3, 0.01 a 0.05 y 0.2 a 0.3 en la descarga.

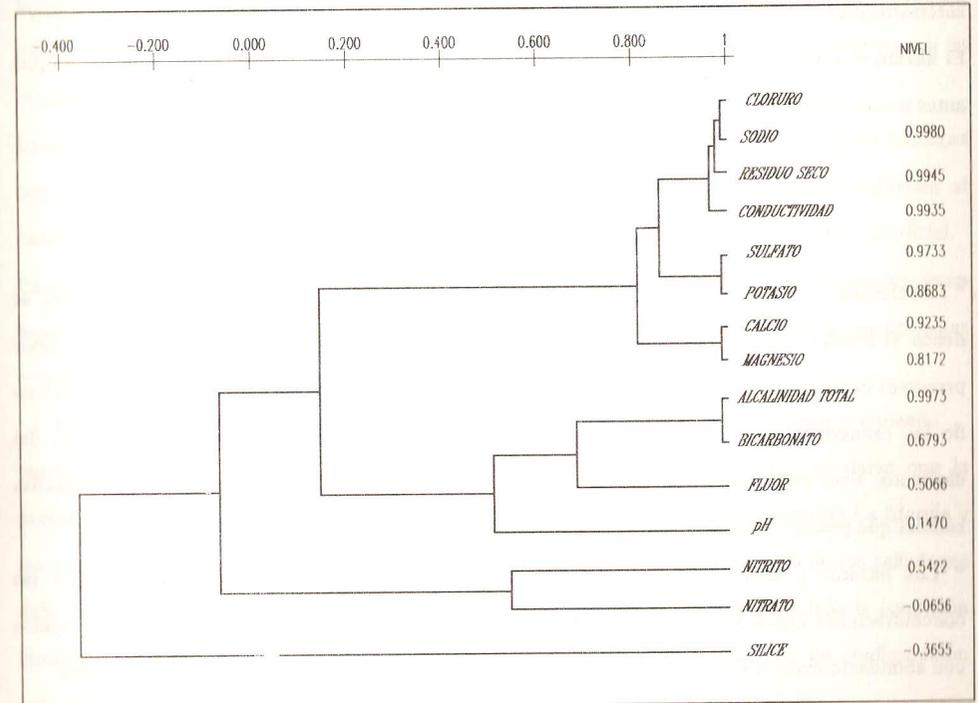
En general, muestran un proceso de concentración para las aguas subterráneas en sentido del escurrimiento por lavado del sedimento aluvial proveniente de los depósitos terciarios de origen marino.

Análisis de regresión y correlación

Al realizar la regresión de los iones cloruro-sodio-sulfato y bicarbonato se observa que este último no presenta una relación con los elementos mayoritarios, mientras que el sulfato y cloruro manifiestan un cierto ajuste al modelo lineal con una relación promedio de 0.18 (intermedia entre los valores de cabeceras y descarga). La regresión del cloruro y sodio evidencia un modelo lineal que caracteriza a las aguas con un índice promedio de 1.08, algo inferior a los obtenidos anteriormente.



Se aplicaron las técnicas de agrupamiento en "modo R" donde las variables se tomaron como las Unidades Taxonómicas Operacionales con el objeto de establecer cuales forman grupos y están altamente correlacionadas y cuales son relativamente independientes. La matriz original de datos quedó conformada por 20 muestras con 15 variables determinadas y posteriormente fue estandarizada antes de calcular los coeficientes de similitud aplicándose el coeficiente de correlación.



El análisis de agrupamiento de aniones y cationes presenta dos grupos bien definidos, el primero constituido por los iones mayoritarios donde el cloruro y sodio son las principales variables en los cambios del residuo seco mostrando una elevada asociación, y en un nivel más bajo los subgrupos constituidos por el sulfato-potasio y calcio-magnesio. Esto confirma el origen de la evolución hidroquímica anteriormente mencionada de la mayoría de los iones (disolución durante el escurrimiento más concentración por evapotranspiración).

El segundo grupo conformado por la alcalinidad, bicarbonato, flúor y pH manifiesta que las dos primeras variables, altamente dependientes entre sí, son las condicionantes junto con el pH del incremento de la solubilidad del flúor, ya que el sodio está en elevadas concentraciones en toda el área de estudio.

A su vez, ambos grupos manifiestan un muy bajo nivel de asociación concordando con lo expuesto anteriormente donde las condiciones en la evolución de las variables son diferentes para cada grupo.

El nitrato y nitrito relacionados entre sí presentan un muy bajo nivel de asociación con los grupos antes mencionados.

CONCLUSIONES

* Las elevadas concentraciones de flúor, inusuales para cualquier fuente subterránea y superficial, se deben al lavado y disolución de carbonato de calcio y magnesio con altas proporciones de flúor presentes como cemento y/o niveles de conchillas desarrollados en forma heterogénea en el subálveo de los cañadones, que sumado al efecto de la evapotranspiración genera la concentración del elemento. Esto es acompañado por la condición de las aguas que son altamente bicarbonatadas sódicas que produce el incremento de la solubilidad del flúor.

* Los nitratos y nitritos no presentan relación con los iones mayoritarios debido a que las concentraciones dependen de la formación local, a partir de la descarga de manantiales, de suelos con abundante materia orgánica produciéndose la oxidación e infiltración de los iones generados

* Las concentraciones de sílice muestran una gran disimilitud con el resto de las variables, siendo posible la fuente de origen el ataque químico a rodados volcánicos y piroclásticos terciarios presentes en las mesetas.

* La relación sodio-cloruro exhibe un leve intercambio iónico de sodio por calcio y magnesio a partir de las arcillas presentes en el relleno aluvial de los cañadones.

* Los parámetros bicarbonato-cloruro y sulfato-cloruro indican claramente la evolución hidroquímica a aguas muy maduras hacia la zona distal de los cañadones con un importante incremento de los cloruros y, en menor proporción, de los sulfatos frente a los bicarbonatos.

RECOMENDACIONES

Solamente las áreas proximales al límite este de la meseta manifiestan características que permiten el uso para abastecimiento humano limitado por la escasa recarga, fuerte evapotranspiración y relativa baja velocidad de escurrimiento que en una explotación desmedida generaría rápidamente el incremento de la salinidad superando los límites tolerables según las normas de aptitud. También puede utilizarse para la provisión de agua al sector industrial donde las condiciones químicas son en muchos casos muy diferentes que para el consumo humano.

Las posibilidades planteadas para la explotación están dadas por la construcción de pozos someros con extracción mediante molinos y/o de pantallas impermeables orientadas transversalmente al cañadón que limiten o interrumpan el escurrimiento natural y generen un cuerpo de agua superficial.

En cuanto a la primera alternativa debe señalarse que los volúmenes de producción esperados serán bajos (0.5 m³/h), pero la sencillez de su instalación y el nulo costo operativo justifican no descartar esta posibilidad.

Al considerar el aprovechamiento mediante la construcción de pantallas impermeables, y teniendo en cuenta sólo la cabecera por presentar los menores contenidos químicos, debe señalarse que la posición del sustrato o piso del sistema de interés es mayor a 2.0 metros en el cañadón La Maruja y mayor a 3.0 metros en el resto. En cuanto al contacto del subálveo con las laderas de los cañadones debe señalarse que es posible encontrar dificultades para el cierre de las pantallas dada la condición litológica del depósito, con sedimentos de remoción en masa desde las laderas, de configuración granulometría muy variable.

BIBLIOGRAFÍA

GONZALEZ ARZAC, R. y BARBAGALLO, J., 1990. Provisión de agua potable a la localidad de Puerto Deseado. Provincia de Santa Cruz. Consejo Federal de Inversiones.

DIAZ, J.L. y GONZALEZ ARZAC, R., 1987. Los manantiales del borde este de la Pampa Alta, Puerto Deseado, provincia de Santa Cruz. República Argentina. X Congreso Geológico Argentino, San Miguel de Tucumán. Actas III. 243-246.