

Caracterización de Sistemas Hidrogeológicos Discontinuos del Uruguay.

Jorge Montaña¹

¹ Geoambiente SRL, Río Branco 1438 of. 101, Montevideo Uruguay

Mail de contacto: info@geoambiente-uruguay.com.

RESUMEN

La ocurrencia de aguas subterráneas en el sur Uruguay está representada por sistemas hidrogeológicos discontinuos en rocas precámbricas que ocupan un área del 30% (57.000km²). Aquí se concentra casi la mitad de la población (1.600.000hab) incluyendo su capital, la mayoría de las industrias, producción láctea y hortofrutícola. En primera instancia esta comunicación presenta una visión conceptual diferente a la tradicional de acuíferos fisurados reivindicando el concepto de conductor hidráulico donde queda mejor simbolizada la heterogeneidad de estos sistemas. Además se propone una caracterización basada en una detallada identificación geológica, tectónica e hidrogeológica del área en consideración. En este caso se observa que los mayores rendimientos de pozos están ligados a los grandes eventos tectónicos, con caudales que pueden ser mayores a 20m³/h, caudales específicos superiores a 1m³/h/m y profundidades menores a los 60m. Palabras clave: acuífero, fisurado, conductor hidráulico

ABSTRACT

The occurrence of groundwater in southern Uruguay is represented by discontinuous hydrogeological systems in Precambrian rocks occupying an area of 30% (57.000km²). This accounts for almost half of the population (1.600.000hab) including its capital, most of the industries, dairy and horticulture. This paper presents a conceptual view, which differs from traditional fissured aquifer; vindicating hydraulic conductor concept which is best symbolized the heterogeneity of these systems. Also proposes detailed characterization identification based on geological, tectonic and hydrogeological of the area under consideration. In this case it is observed that the highest yields of wells are linked to major tectonic events, with flow rates that may be greater than 20m³ / h, specific flow rates over 1m³/h/m and depths less than 60m.

Keywords: aquifer, fissured, hydraulic conductor

Marco Conceptual

Una de las limitantes que se presenta en hidrogeología es la caracterización de los acuíferos fisurados o de rocas duras. En general se ha definido a los acuíferos fisurados, como cuerpos rocosos consistentes que acumulan agua en "rajaduras", las cuales logran presentarse aisladas o conformando un conjunto (Sistema), y en su mayoría están comunicadas hidráulicamente.

Estas "rajaduras" son identificadas con fallas, diaclasas y fracturas de origen tectónico o no. Las primeras se forman a partir de esfuerzos que experimenta un subsuelo cristalino, generando estas macroestructuras con espacios suficiente que posibilitan el almacenamiento y circulación de agua subterránea. Las de origen no tectónico en general están representadas en su mayoría por fracturas y o diaclasas producidas por el alivio

y/o descompresión que se producen al erosionarse su cobertura.

En este tema coincidimos con la definición de Gustafson y Krásny (1994) quien denomina a los conductores hidráulicos como estructuras que permiten la acumulación y movimiento del agua en rocas cristalinas ígneas y metamórficas, a diferencia de los medios con porosidad primaria donde el término es acuífero. Por lo tanto la aplicación de este término es considerada impropia para un medio discontinuo, cuyas propiedades hidráulicas primarias se presentan como despreciables en relación a las secundarias.

En el caso de las rocas cristalinas fracturadas la capacidad de almacenar y transmitir agua está ligada a esas estructuras secundarias y no a la propia roca. Sus propiedades hidráulicas, dimensiones y límites son consideradas imprevisibles y en lo que se refiere a los parámetros hidráulicos, se caracterizan por una notable variabilidad debido

a la discontinuidad del medio. En este sentido, además del término acuífero, para cuya sustitución se propone el de conductor hidráulico, deberían adecuarse o reformularse respecto a los empleados para definir los parámetros hidráulicos típicos de medios continuos (permeabilidad, transmisividad, porosidad, almacenamiento y retención específica. Se entiende que en la mayoría de los casos la heterogeneidad y anisotropía de estos acuíferos impiden la utilización de estos parámetros. Además un ingrediente que agrega mayor complejidad a esta situación hidrogeológica, se presenta cuando se construye una perforación, la cual puede atravesar una o más fracturas en esta situación proponemos definir al pozo como conector hidráulico al sistema “pozo –fracturas atravesadas” donde el primero también resulta trascendente, pues no solo constituye una obra para captación, sino que puede conectar estructuras con potenciales hidráulicos diferentes o fracturas portadoras de agua con fracturas secas. Esto es frecuente en los medios discontinuos y por ello, aún sin bombeo, puede existir circulación vertical dentro del pozo que en algunas ocasiones determina la anulación de fracturas que se encuentran en una cota y potencial inferior a aportes de fracturas más superficiales.

Caracterización Hidrogeológica.

En esta situación, los resultados de los ensayos tendrán a la integración de las mismas. Por ello para obtener una caracterización de cada estructura, esta debe ser aislada del resto. La mayoría de las veces los parámetros del conector hidráulico deducidos del ensayo, tienen un significado que se restringe al ámbito del propio pozo.

El panorama presentado se debe tener presente principalmente en la caracterización y prospección de aguas subterráneas en este tipo de terreno, debe apuntar a tener un conocimiento detallado de las características geológicas y estructurales e hidrogeológicas como profundidad de captación, nivel estático, nivel dinámico, caudal y caudal específico. Seguidamente presentamos una caracterización hidrogeológica del basamento precámbrico uruguayo, para su elaboración se contó con los publicados en internet de la Dirección Nacional de Minería (DINAMIGE), del programa de riego PRENADER e información del programa para abastecimiento en zonas rurales (MEVIR) y de la Consultora Geoambiente. La información se incorporó a un SIG con la información geológica y estructural del área.

Presentamos a continuación la descripción de los resultados.

Geología

El precámbrico uruguayo está dividido en terrenos que según la definición de Harvé & Mpodosis (1990), es una entidad que presenta una asociación estratigráfica con historia geológica diferente de otros terrenos o áreas estables vecinas. Bossi et al (1998) propusieron que nuestro basamento cristalino estaba compuesto por tres terrenos: Terreno Piedra Alta (TPA), Terreno Nico Pérez (TNP) y Terreno Cuchilla Dionisio (TCD). (Fig 1).

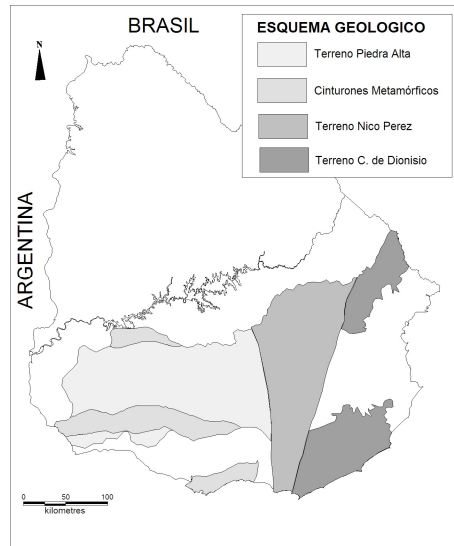


Fig.1. Esquema del Basamento Cristalino al Sur del Río Negro.

El TPA fue definido por BOSSI et al., (1993) comprende tres cinturones metamórficos groseramente subparalelos de rumbo E-W separados por áreas granito – gnéissicas. Las características del TPA está formado por gneises tonalíticos, granitos que cabalgan hacia el SE a un complejo metamórfico fuertemente plegado. El Terreno Cuchilla Dionisio, definido como Cinturón por BOSSI y CAMPAL (1992) agrupa un conjunto de asociaciones litológicas de distinto grado de metamorfismo dispuestas en varias estructuras groseramente paralelas de dirección general NNE.

Profundidad

Se analizó la información de 995 pozos, la mayoría se encuentra sobre el Terreno Piedra Alta y en las fajas metamórficas coincidiendo con las áreas de mayor densidad de población y de unidades productivas. Existe un 12% de pozos con profundidades que se encuentran entre 0m a 30m donde estarían representados los aportes de agua originados por alivio o

descompresión es decir de origen no tectónico. Por otra parte la mayor frecuencia de fracturas portadoras se ubica entre 30m a 60m y a mayor profundidad de este intervalo la posibilidad de encontrar fracturas abiertas y portadoras de agua disminuye notablemente. (Fig. 2)

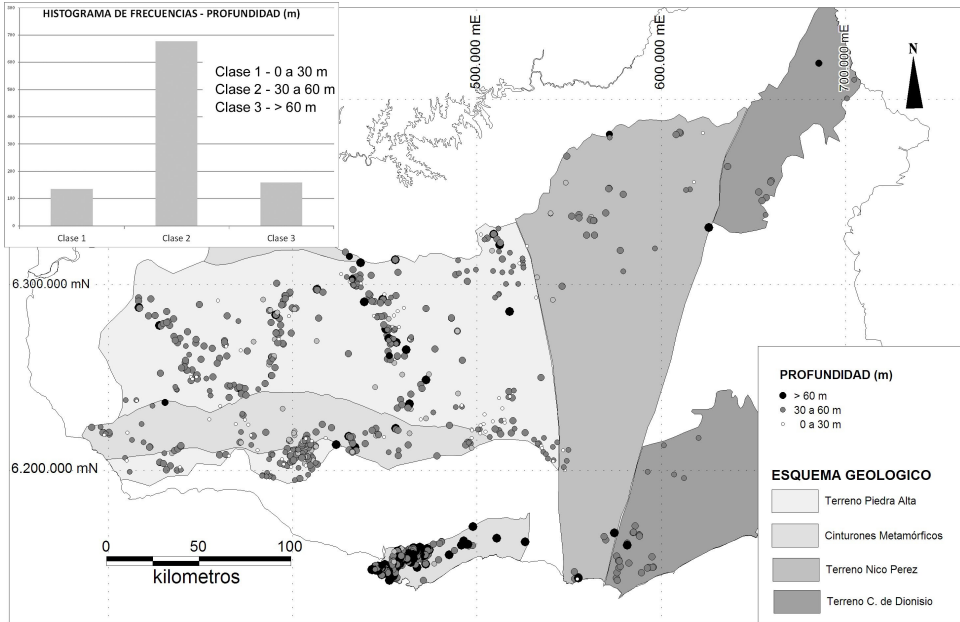


Fig.2. Profundidad

Caudal

Los muestreos de pozos utilizados comprende a obras precedidas a un estudio de prospección de aguas subterráneas realizados por un geólogo y en estas condiciones resalta que el 14% de los pozos tienen resultados negativos. Se destaca que los valores más frecuentes de caudal están entre 0,1 a 5 m³/h. Dentro de esta clase los identificados dentro del rango entre 0,1 a 1 m³/h son los que abastecen las viviendas rurales del programa MEVIR (Movimiento de Erradicación de la Vivienda Insalubre Rural),

que abastece un promedio de cuatro personas por casa. En el intervalo entre 1 a 5 m³/h estos pozos cubren la demanda de tambos de la cuenca lechera igualmente en su mayoría en el Terreno Piedra Alta. La cantidad promedio de vacas es de 100 sea la demanda por animal entre 110 a 120 l/día. En el resto de las clases (entre 5 a 20 m³/h) principalmente abastecen el riego de minifundios de 5 a 10 hectáreas dedicadas a la producción de verduras y árboles frutales que cubre las necesidades estacionales de la capital, Montevideo. (Fig. 3)

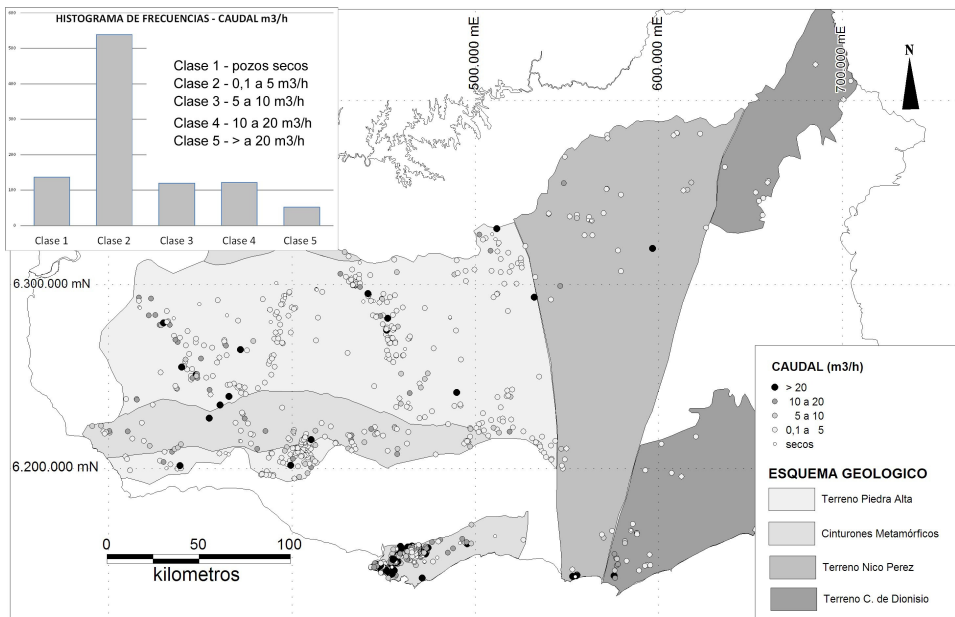


Fig. 3. Caudal

Caudal específico

Utilizamos el caudal específico como indicador de productividad, teniendo presente que su valor debe ser utilizado restringido a un evento tectónico evidente y comprobado, sabiendo que no se puede extrapolar a otras zonas con eventos similares. La mayor frecuencia de valores se encuentra entre 0,1 y 0,5 m³/h/m, típicos en este tipo de

subsuelo.(Fig.4) Los valores mayores a 1 m³/h/m están localizados sobre fajas metamórficas intensamente fracturadas y al borde de la fosa tectónica de Santa Lucía. Es decir que los mejores conductores hidráulicos se originan como producto de eventos tectónicos considerables y en rocas con aptitudes para tener la mayor densidad de fracturas a partir de estos esfuerzos.

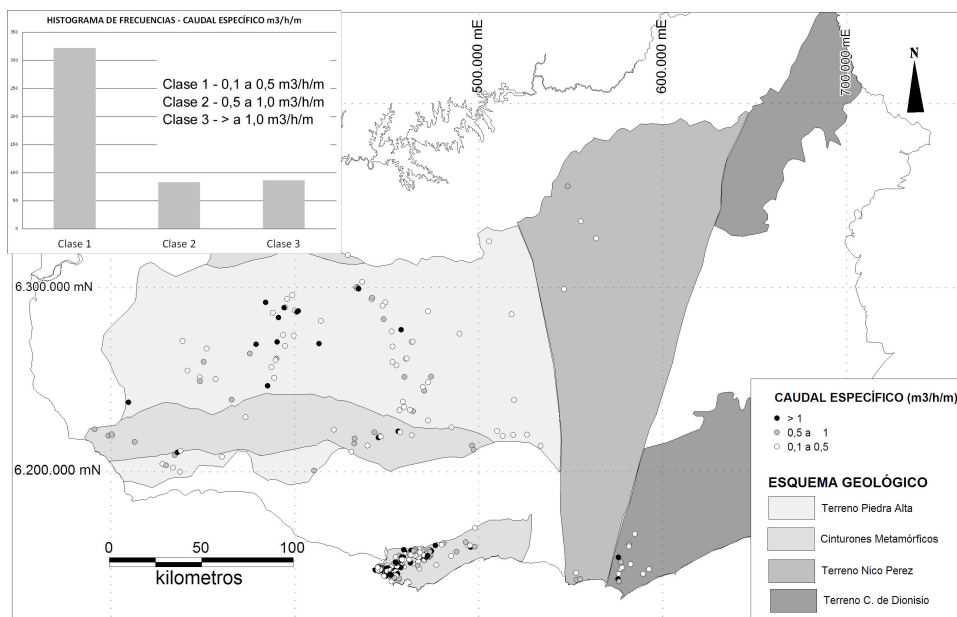


Fig. 4. Caudal Específico

Referencias

- Banco de datos de DINAMIGE.MIE.
Banco de Datos de PRENADER.:M.G.A.P.
- Bossi J. y Campal, N. 1993. El cinturón Cuchilla de Dionisio: Evento brasiliano en el Uruguay, 1er Simposio Internacional del Neoproterozoico – Cámbrico de la Cuenca del Plata.
- Bossi, J y Navarro, R. 1991. Geología del Uruguay. Departamento de Publicaciones de la Universidad de la República, 966 p. Montevideo, Uruguay.
- Hervé, F & Mpodosis C.,1990. Terrenos tectono-estratigráficos en la evolución de los Andes Chilenos, una revisión. Comunicaciones 41.67-72.
- Iardino, G., Gonzalez, G., Montaña, J. 2010. Metodología para la estimación de la recarga directa del sistema acuífero fisurado por el método de fluctuaciones de la superficie libre (WTF) en la mina "Arenal", Departamento de Rivera. ROU. Congreso Uruguayo de Geología.
- Montaña J. et al, 2000. Caracterización Hidrogeológica de Sistemas Fisurados. Punta Espinillo, Uruguay. Resumen del 1er. Congreso Mundial Integrado de Aguas Subterráneas. Fortaleza – Ceará, Brasil. 31/07-04/08/2000 p117. Editorial FINEP
- Montaña, J. 1995. Metodología para la determinación de la Vulnerabilidad de acuíferos de la Cuenca del Añá Carrasco. Ministerio de Vivienda y Ordenamiento Territorial. Primeras Jornadas Científicas sobre Medio Ambiente. UDELAR. Pp III-30. Montevideo.
- Montaña, J. et al. 1998. Importancia de la zona no saturada como amortiguación en los medios fisurados, 4º Congreso Latinoamericano de Hidrología Subterránea. 16-20 de noviembre de 1998, Montevideo, Uruguay. Memorias – Vol 2:881-895. Editorial ALHSUD. Montevideo
- Montaña, J. et al. 1992. Sobre-explotación de los Recursos Hídricos Subterráneos del Área Metropolitana de Montevideo. Actas del 1er Congreso Latinoamericano de Aguas Subterráneas. Mérida, Venezuela.

Montaño, J. 1989. Contaminación de los acuíferos de la Cuenca del Arroyo Pantanoso II. Conferencia Latinoamericana de Hidrogeología Urbana. ALHSUD. Buenos Aires. Argentina.