

EL AGUA SUBTERRÁNEA DEL ACUÍFERO PATIÑO EN EL “ÁREA METROPOLITANA DEL GRAN ASUNCIÓN”

AUTORES:

Consultores: Geol. Roberto Acosta Álvarez

Ing. Oscar Méndez – Director de Ingeniería de Corposana.

Abstract:

The present study is a resume of Groundwater Patiño's hydrogeological aspects related to its exploitation, geochemical characteristics and used methodology for operation and control of drinkable ground water for the consumption of the population of Gran Asunción metropolitan area, which includes the municipalities of Mariano Roque Alonso, Luque, Fernando de la Mora, San Lorenzo and Lambaré.

The multidisciplinary works, such as building, inspection, operation, maintenance, quality control and distribution, of groundwater extracted through deep tubular wells are done by the Corporación de Obras Sanitarias – Corposana from Asunción, Paraguay.

1-INTRODUCCIÓN

Este trabajo presenta un resumen de los aspectos hidrogeológicos del Acuífero Patiño relacionado a su explotación, y características geoquímicas y la metodología utilizada en la operación y control del agua subterránea que se destina al abastecimiento de la población del área metropolitana del Gran Asunción, formado por los municipios de Mariano Roque Alonso, Luque, Fernando de la Mora, San Lorenzo y Lambaré. Las tareas multidisciplinarias de construcción, fiscalización, operación, mantenimiento, control de calidad y distribución de las aguas subterráneas extraídas por los pozos tubulares profundos están a cargo de la Corporación de Obras Sanitarias – Corposana en Asunción Paraguay.

Este trabajo fue presentado en el IV – Dialogo Interamericano de Gerenciamiento de Aguas “EN BUSCA DE SOLUCIONES” realizado en la ciudad de Foz de Yguazú en setiembre del año 2001.

2-GENERALIDADES

A continuación se listan ciertas peculiaridades del sistema de pozos tubulares profundos que explotan el Acuífero Patiño en el área del Gran Asunción, los cuales se encuentran dentro de un área casi totalmente urbanizada y en el **Cuadro-1** se indica su localización en planta.

- El área de los municipios citados ocupa aproximadamente 303 Km² y abarca las subcuencas de los arroyos Ytay, San Lorenzo y Lambaré sobre la Formación del Acuífero Patiño.
- La Corporación desde el inicio de los años 80 viene incrementando la producción del agua subterránea a través de la construcción de pozos tubulares profundos, de manera a poder atender la demanda de agua requerida por la población de estos municipios que se encuentran en constante crecimiento.
- En el área metropolitana, (Ver Cuadro-1) existen actualmente existen, 18 pozos tubulares profundos a cargo de la Corporación, de los cuales 13 se encuentran en funcionamiento y 5 han sido desactivados, el n° 16 por motivos constructivos, el n° 15 al cual falta de mantenimiento esta desactivado por motivo de la construcción de la nueva planta de bombeo y los n° 10 y n° 18, por interferencia de la construcción de otros pozos en sus inmediaciones.
- En el año 1999, para el PLAN VERANO 2000, fue realizado un Estudio Hidrogeológico del Área Metropolitana del Gran Asunción, el mismo tuvo como objetivo conocer la potencialidad del acuífero de manera a poder incrementar el aprovechamiento del agua subterránea destinado al abastecimiento de la población de los municipios. Fue realizado por la Ground Water Hidrogeología e Ingeniería para la Corposana con recursos del Banco Interamericano de Desarrollo – BID.
- El mantenimiento de los pozos tubulares profundos y el monitoreo de la calidad del agua está a cargo de la Dirección de Operaciones de la Corporación que dispone de equipos laboratoriales y especialistas en el ramo.

- La calidad del agua es controlada con una periodicidad mensual, con muestras colectadas en la boca de los pozos tubulares y almacenados en recipientes especiales.
- Los tres últimos pozos n° 1, n° 2 y n° 13 construidos en el municipio de Mariano Roque Alonso, Luque y Lambaré atendieron las especificaciones técnicas y el proyecto de los estudios realizados en el año 1999. Los mismos fueron construidos por empresas nacionales y los resultados alcanzados fueron satisfactorios tanto en los caudales potenciales de explotación que alcanzaron valores entre 70 m³/h y 200 m³/h, como en la calidad del agua.

3-PRINCIPALES ASPECTOS DEL SISTEMA EXISTENTE

El sistema de explotación del agua subterránea consiste en una serie de pozos tubulares profundos independientes, ubicados en los municipios citados y los aspectos más importantes se describen a seguir:

- Los pozos tubulares fueron construidos en épocas diferentes, los primeros datan de 20 años atrás y los últimos de algunos meses de entrada en operación. La metodología de mantenimiento aplicada en los pozos es correctiva.
- La profundidad de los pozos varían entre 127 m y 300 m y los diámetros de la perforación entre Ø 12" y Ø 14 ¾".
- En general los pozos disponen de sellos sanitarios, gravas, revestidos con tubos ciegos o lisos y filtros, de los cuales en 8 pozos se utilizó acero galvanizado y en 10 pozos PVC - Geomecánico y con diámetros varios de Ø 4", Ø 6" y Ø 8".
- La impulsión del agua del acuífero se realiza a través de bombas sumergibles ubicadas a distintas profundidades de la superficie del suelo y sus diámetros son de Ø 4" y Ø 6", disponen de tableros eléctricos, transformadores, red trifásica y puesta a tierra.
- El agua extraída de cada pozo tubular profundo es bombeada directamente a la red de distribución y se mezcla con el agua

tratada que proviene de la Planta de "Viñas Cue".

- El muestreo del agua para su análisis se toma en el pozo es colocado en recipiente taponado y refrigerado hasta llegar a las dependencias del laboratorio, donde se almacena en ambiente climatizado.
- En su mayoría los pozos disponen de caudalímetros instalados a la salida de la tubería de impulsión, permitiendo la medición directa de los caudales, sin interferir en la operación de bombeo.
- Atendiendo las recomendaciones de los estudios, en los tres últimos pozos construidos, se utilizó como fluido el "Polímero Orgánico" el cual presenta una serie de ventajas frente a la utilización del "lodo bentonítico".
- Los niveles estáticos observados durante la construcción de los pozos tubulares profundos varían entre 0 m (artesiano) y 69 m; los niveles dinámicos están entre 21 m y 104 m a partir de la superficie del suelo.
- Los registros de caudales observados en las pruebas de bombeo durante la construcción de los pozos tubulares profundos variaron entre 25 m³/h y 72 m³/h, este último valor corresponde a los pozos n° 6 y n° 13 construidos en la localidad de Luque y Lambaré.
- Los pozos están en operación durante las 24 horas del día.
- El mantenimiento aplicado es correctivo, tomándose acciones en caso de desperfectos mecánicos o eléctricos en el sistema de impulsión o de distribución.
- El caudal total actualmente explotado por los pozos tubulares profundos es de \cong 680 m³/h, equivale a aproximadamente 20.000 conexiones domiciliarias.
- El agua extraída del Acuífero Patiño es considerada potable y recomendada para uso doméstico, industrial y riego. En el ítem 6, se trata sobre los resultados obtenidos en los análisis físico – químico y bacteriológico.

4- CONSIDERACIONES GEOLÓGICAS DE LA FORMACIÓN PATIÑO

En resumen la secuencia sedimentar de la Formación Patiño, que llena el gran valle, es del período Cretácico, su extensión regional total aproximada es de 2.010 km² del cual 303 km² ocupa el Gran Asunción, su espesor es de más de 300 m de profundidad. Está constituida principalmente por sedimentos arenosos clásticos de origen fluvial y de predominancia arenosa. Un cierto control estructural condiciona su génesis, las capas arenosas presentan horizontes de concreciones limoníticas, en contacto con las formaciones de la región del Chaco y en áreas localizadas presentan una cierta tendencia de salinización, su coloración es predominantemente rojiza.

Estructuralmente está condicionada por lineamientos estructurales, hacia el (W) Oeste una de orden regional que se dispone de forma prácticamente paralela al río Paraguay y hacia el (E) Este por el graben o fosa tectónica de Ypacaraí. En su interior existen fallas normales sub-verticales que compartimentan la estructura sedimentaria y generalmente coinciden con la red hidrográfica.

En el área existen cuerpos intrusivos (basálticos) asociados a ocurrencias regionales de vulcanismos, dispuestos de forma dispersa, concordantes a las estructuras de los sedimentos y al parecer no interfieren con el flujo regional de las aguas subterráneas dentro de la Formación Patiño.

5 - ASPECTOS HIDROGEOLÓGICOS DEL ACUÍFERO PATIÑO

La importancia del Acuífero Patiño se debe a su localización estratégica, asociada a su extensión significativa y a su espesor. El mismo se ubica dentro de la región de mayor índice poblacional, por lo tanto sujeta a una mayor explotación. Este recurso natural denominado como "acuífero" almacena aproximadamente 540 millones de metros cúbicos distribuido en toda la región. Es por eso que esta riqueza renovable debe ser gerenciada dentro de padrones severos que eviten su contaminación y la sobre-explotación; de esta manera se podría atender la demanda de la población en toda la región de ocurrencia y puede mantener siempre su posición de manantial por excelencia.

5.1 - CARACTERÍSTICAS HIDROGEOLÓGICAS "REGIONALES" DEL ACUÍFERO PATIÑO.

El acuífero presenta características intrínsecas de un acuífero regional, continuo, heterogéneo, de moderada a media anisotropía. Ocurre en condiciones libres de freática a semi-confinado, con porosidad primaria granular complementada en ciertas áreas por una porosidad secundaria asociada a estructuras tectónicas.

CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DEL ACUÍFERO:

- Área total de ocurrencia del acuífero: 2.010 km²; del cual el Área metropolitana de Asunción ocupa 303 km²,
- Espesor Medio: > 300 m de profundidad,
- Profundidad del nivel potenciométrico: entre 0 m (artesiano) y 69 m de la superficie del suelo,

PARÁMETROS HIDROLÓGICOS:

- Precipitación pluviométrica: 1.350 mm/año,
- Volumen medio plurianual: 2.700 millones de metros cúbicos,
- Infiltración media plurianual para el acuífero: 540 millones de metros cúbicos,

PARÁMETROS HIDROGEOLÓGICOS:

- Conductividad hidráulica: del orden de 2 m/día (0,1 m/día a 3 m/día),
- Transmisividad: 20 m²/día a 450 m²/día,
- Porosidad efectiva o coeficiente de almacenamiento: 10⁻² y 10⁻⁴

RESERVAS POTENCIALES DE AGUA SUBTERRÁNEA:

- Reserva permanente: 75.000 millones de metros cúbicos,
- Reserva activa: 12.000 millones de metros cúbicos,
- Reserva reguladora: 540 millones de metros cúbicos,

POTENCIAL EXPLOTABLE DE AGUA SUBTERRÁNEA:

- Disponibilidad de agua subterránea en el acuífero: 162 millones m³/año,
- Capacidad específica de los pozos: 0,3 m³/h/m a 4,5 m³/h/m,

- Caudales potenciales de los pozos: entre 25 m³/h y 200 m³/h.

5.2-APRECIACIÓN - BALANCE HIDROGEOLÓGICO-“ÁREA METROPOLITANA DEL GRAN ASUNCIÓN”

Esta apreciación no esta basada en modelos matemáticos de simulación hidrogeológica de la cuenca a escala diaria, cuya metodología es empleada en estudios hidrológicos e hidrogeológicos específicos, simplemente se adoptaron algunos parámetros y se fijaron índices de volúmenes relacionados a la precipitación y recarga con medidas múltiples que pueden servir como limites de referencia y modificarlos en función a nuevos datos de manera a poder planificar de forma racional la explotación del agua subterránea e incrementar la producción de agua para la población que en períodos críticos de verano necesita.

- Subcuencas consideradas dentro del Gran Asunción: Arroyo Itay. Arroyo San Lorenzo y Arroyo Lambaré,
- Área total de las subcuencas = 303 km²,
- Precipitación pluviométrica en el área metropolitana – media = 1.350 mm/año,
- Volumen medio plurianual del agua precipitada en el área total = 409 millones de m³,
- Área disponible de infiltración (área no urbanizada) en la región considerada = 50%,
- Volumen potencial medio disponible para la infiltración = 204 millones de m³,
- Índice para infiltración y recarga del acuífero = 20 %,
- Volumen potencial infiltrado = 41 millones de m³,
- Equivalencia en caudal potencial para recarga = 112.000 m³/día o 4700 m³/h,
- Índice del caudal potencial explotable a partir de la recarga en el área = 30%,
- Caudal equivalente a la disponibilidad potencial de agua subterránea = 1.400 m³/hora,

- Caudal potencial de agua disponible en el área de interés = 0,4 m³/s.

Cabe destacar que los índices considerados en esta apreciación son conservadores y el análisis formulado es muy sencillo, pero suficiente para demostrar que es factible explotar el agua subterránea en el Área Metropolitana de Asunción que se encuentra sobre el Acuífero Patiño.

Otro aspecto importante a considerar esta relacionado al abastecimiento actual a través del agua superficial que es del orden de 3,8 m³/s y un índice de perdida alrededor del 40% del cual el 30% puede corresponder a pérdidas físicas del agua a través del sistema de distribución. Esta “recarga inducida de agua” no intencional del orden de 0,4 m³/h del Acuífero Patiño también se puede disponer en la región que es atendida por el sistema de agua corriente que distribuye la Corporación.

Otra contribución a considerar esta relacionado al binomio recarga/disponibilidad de agua en el Acuífero Patiño en la región de interés y en particular en los barrios periféricos. Se refiere a la utilización de pozos someros, pozos ciegos y fosas sépticas existentes en gran parte de la ciudad que no disponen de agua corriente y alcantarillado sanitario.

De acuerdo a lo expuesto en los párrafos anteriores y dentro de un marco bastante conservador se puede estimar que en el área de interés se dispone de un caudal de explotación del orden de 2.000 m³/h a 2.500 m³/h.

Una macro caracterización geoquímica de las aguas subterráneas del acuífero está asociada a la génesis del paquete sedimentario y ciertas anomalías hidroquímicas deben ser mejor estudiadas para conocer su área de influencia para poder tomar decisiones importantes en el proyecto y construcción de futuros pozos tubulares profundos.

Como primera tentativa y tomando por base los datos disponibles de la Corporación y del estudio realizado se busca entender la hidrogeología de la región y se puede dividir en tres grupos:

- Cuenca del Arroyo Ytay:
Parcialmente y hacia los límites norte (N) con el río Paraguay en la cota nominal próxima a la

El 0,00 m, se detecta un horizonte con presencia de agua salobre, estos estratos sedimentarios generalmente están asociados a la presencia de material arcilloso, que presenta una baja permeabilidad y baja velocidad de escurrimiento en sub-superficie. Esta ocurrencia llevó a introducir modificaciones en el proyecto del pozo tubular n°1 ubicado en el Municipio de Mariano Roque Alonso donde el resultado obtenido se muestra favorable en su caudal potencial de 60m³/h y en la calidad del agua y viene generando datos sobre la de calidad del agua que no se disponía hasta el momento.

En esta misma cuenca en el área hacia el Este (E) fue detectada la presencia de una intrusión de roca basáltica en los primeros 60 m a partir de la superficie, seguida de sedimentos arenosos de la Formación Patiño. El pozo tubular profundo n°6 construido en el Municipio de Luque presenta resultados excelentes en su caudal potencial 120 m³/h y en la calidad de agua.

- Cuenca del Arroyo San Lorenzo:

En ciertas áreas se observa que el agua presenta una cierta turbidez, esto es debido a la presencia excesiva de minerales ferrosos (concreciones limoníticas) en la matriz de los sedimentos arenosos. Este horizonte se localiza entre las cotas nominales de la El. 100 m y El. 80 m. y generalmente son interceptados por pozos tubulares con profundidades entre 40 m y 60 m a partir de la superficie del terreno. En el caso del pozo tubular profundo n°14 construido en la localidad de Fernando de la Mora, esta anomalía geoquímica fue detectada a través de sondeos geoelectrónicos y un tramo del pozo se tuvo que aislar. Los resultados observados se muestran bastante satisfactorios con un caudal 31 m³/h y excelente calidad de agua.

- Cuenca del Arroyo Lambaré:

En esta región SW (sudoeste) del municipio de Lambaré no fue detectado ningún tipo de anomalía que pueda ser objeto de comentarios y el pozo tubular profundo n°13 construido en el local indicado por el estudio presentó los mejores resultados en cuanto a caudal potencial de producción 200 m³/h y excelente calidad de agua.

6- ASPECTOS GEOQUÍMICOS DEL AGUA

El movimiento lento del agua subterránea en contacto pleno con los minerales que constituyen la corteza terrestre (sedimentos arenosos de la Formación Patiño), se disuelve

en una menor o mayor proporción hasta alcanzar un cierto equilibrio. En su mayoría las aguas subterráneas no contienen materiales en suspensión y prácticamente ningún tipo de bacteria, es incolora y muy limpia una vez concluido los trabajos de limpieza, desarrollo y entrada en operación de los pozos tubulares profundos. La calidad sanitaria del agua subterránea generalmente es muy superior frente a las aguas superficiales y la temperatura constante es significativamente benéfica en la inalterabilidad de sus propiedades.

El uso al cual se destina el agua subterránea depende exclusivamente de los resultados obtenidos en los análisis, y puede atender al uso doméstico, industrial o para el riego.

Las sustancias disueltas en el agua son determinadas por métodos padrones, con límites de tolerancia y unidades específicas. En el presente caso, la Corposana utiliza la norma de potabilidad de la Organización Mundial de la Salud (OMS) para tratamiento de las aguas superficiales y en este trabajo ciertos elementos están siendo comparados con parámetros exclusivos para el agua subterránea.

6.1-ANÁLISIS FÍSICO-QUÍMICO – PRINCIPALES PARÁMETROS OBSERVADOS

Los análisis físico-químico y bacteriológico se realizaron en las muestras tomadas en la boca de los 13 pozos tubulares y corresponden al período del segundo semestre del año 1999 y 2000 y a los 2 pozos n° 6 y n° 13 terminados en marzo y junio del año 2000 y los resultados se describen a seguir:

-Temperatura:

Los valores registrados en laboratorio varían entre 19° C y 23° C. Se considera que estos valores también deben ser tomados en la boca de cada pozo para que sean más significativos.

- pH:

El valor medio registrado es de 5,8. Varían entre 5,3 y 6,8, con una gama de variación permitida para el agua subterránea entre 5-10.

-Turbiedad - NTU:

El valor medio registrado es de 1,3. Varían entre 0,2 y 6,0, con una gama de variación permitida entre 5 -25.

-Color – Pt.Co:

El valor medio registrado es de 3,0. Sin variación, con una gama de variación permitida entre 5 -25.

-Cloruros – mg/l:

El valor medio registrado es de 41. Varían entre 0,5 mg/l y 450 mg/l, con una gama de variación permitida entre 200 mg/l - 600 mg/l.

-Alcalinidad – CaCO₃ – mg/l:

El valor medio registrado es de 28,5 mg/l. Varían entre 17 mg/l y 51 mg/l, con un valor permitido hasta 120 mg/l.

- Dureza Ca - CaCO₃ – mg/l:

El valor medio registrado es de 14,6 mg/l. Varían entre 2 mg/l y 35 mg/l, con una gama de variación permitida entre 100 mg/l – 200 mg/l.

- Dureza Mg - CaCO₃ – mg/l:

El valor medio registrado es de 11,6 mg/l. Varían entre 3 mg/l y 27 mg/l, con una gama de variación permitida entre 5 mg/l -15 mg/l.

- Dureza Total - CaCO₃ – mg/l:

El valor medio registrado es de 26,6 mg/l. Varían entre 6 mg/l y 58 mg/l, variación permitida para el agua superficial es hasta 300 mg/l. Para el agua subterránea entre 100 mg/l y 200 mg/l.

-Conductividad - Us/cm:

El valor medio registrado es de 169 Us/cm. Varían entre 32 Us/cm y 1100 Us/cm. Son valores considerados como bajos y puntual alto.

-S.T.D – Sólidos Totales Disueltos – mg/l:

El valor medio registrado es de 86 mg/l. Varían entre 16 mg/l y 550 mg/l, con una gama de variación permitida entre 500 mg/l -1500 mg/l.

-Oxidabilidad – O₂ – mg/l:

El valor medio registrado es de 0,4 mg/l. Varían entre 0,1 mg/l y 1 mg/l, considerado como bajo.

- Silice – SiO₂ – mg/l:

El valor medio registrado es de 77 mg/l. Varían entre 56 mg/l y 97 mg/l, con una variación hasta 100 mg/l. Se debe considerar que estos sedimentos tienen una composición arenosa (silica).

El valor medio registrado es de 0,004 mg/l. Varían entre 0,001 mg/l y 0,007 mg/l, con una variación permitida hasta 0,08 mg/l.

-N. Amoniacal - N₂ – mg/l:

El valor medio registrado es de 0,001 mg/l. Varían entre 0,001 mg/l y 0,002 mg/l, con una variación permitida hasta 45 mg/l.

-Sulfatos SO₄ – mg/l:

El valor medio registrado es de 9,17 mg/l. Varían entre 0,8 mg/l y 29 mg/l, con una gama de variación permitida entre 200 mg/l - 400 mg/l.

- Hierro Total- Fe- mg/l:

El valor medio registrado es de 0,19 mg/l. Varían entre 0,01 mg/l y 0,19 mg/l, con una gama de variación permitida entre 0,3 mg/l –1,0 mg/l.

6.2-ANÁLISIS BACTERIOLÓGICO - PARÁMETROS REGISTRADOS

En los análisis bacteriológicos realizados en las muestras de agua subterránea de los pozos tubulares profundos construidos en el área metropolitana del Gran Asunción no se llegaron a identificar ningún tipo de bacteria coliforme que pueda comprometer la calidad del agua.

6.3- CALIDAD DEL AGUA

Considerando los valores medios registrados en las muestras de agua de los pozos citados anteriormente se puede relacionar con los parámetros de potabilidad que fijan valores límites para clasificar el agua en categorías de calidad. Se puede mostrar que el agua producida por los pozos tubulares ubicados en los diferentes Municipios es de primera calidad, una vez que los valores registrados están por debajo de los relacionados en el cuadro a seguir. Por sus cualidades este tipo de agua dispensa cualquier tratamiento y es considerado apta para el abastecimiento de la población.

PARÁMETROS DE POTABILIDAD – CALIDAD DEL AGUA

Potabilidad	Parámetros (mg/l)				
	Ca	Mg	Cl	SO ₄	STD
1ª Calidad	<75	<50	<200	<200	<500
<u>Pozos Tubulares Profundos</u>					
Valores medios	(15)	(12)	(41)	(10)	(86)
Variación (mínima/máxima)	(2 -35)	(3 -27)	(0,1 -19)	(0,8 -30)	(16 -82)
Pozo n°1 M. Roque Alonso	(28 -32)	(16 -18)	(385-451)	(1,5 -19,4)	(582-451)
2ª Calidad	75-200	500-150	200-600	200-400	500-1500
3ª Calidad	> 200	>150	>600	>400	> 1500

-Nitritos – N₂ – mg/l:

El valor medio registrado es de 0,001 mg/l y 0,002 mg/l.

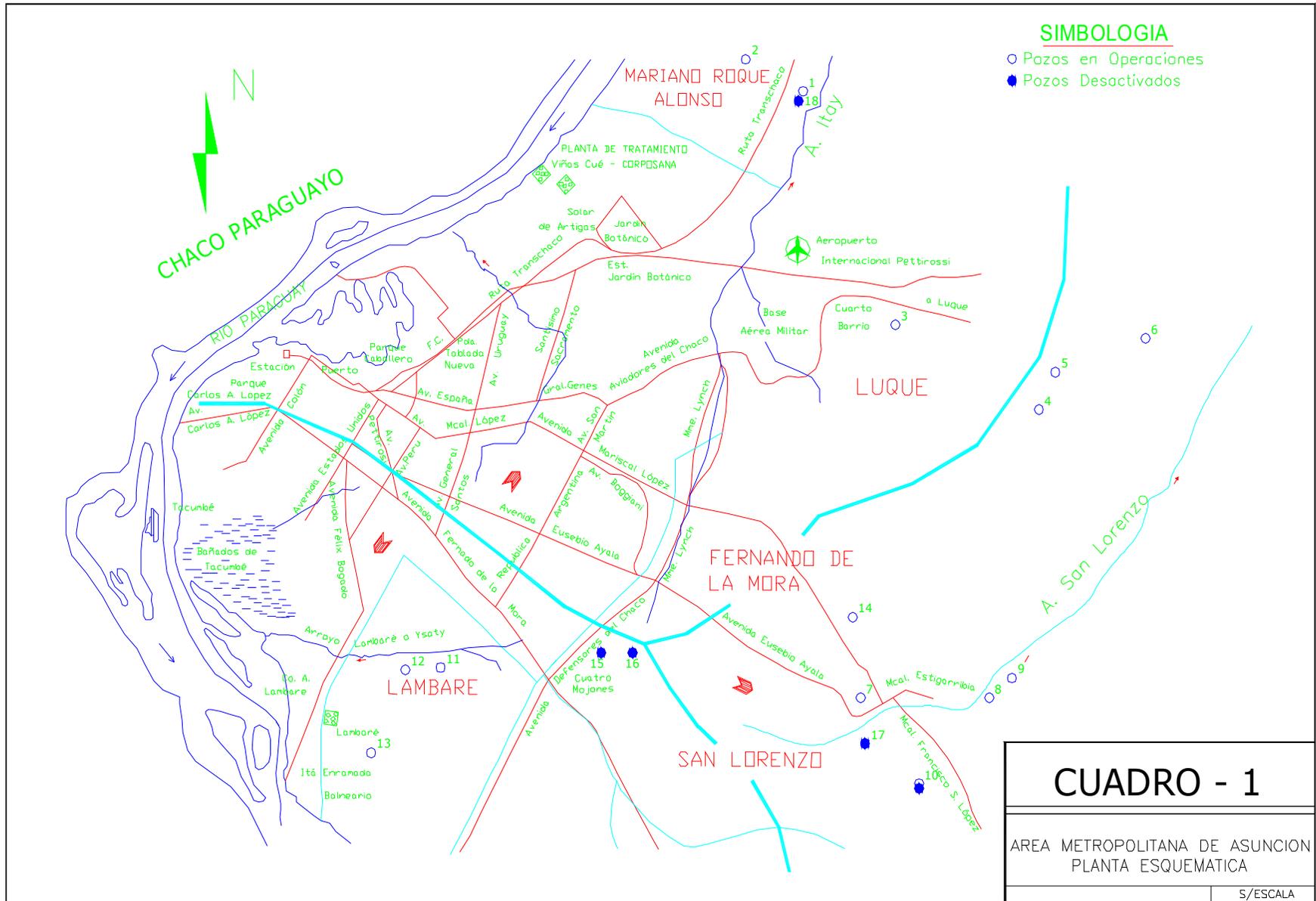
-Nitratos - N₂ – mg/l:

Se relaciona con el agua que proviene del pozo de Mariano Roque Alonso que supera el valor de Cl y STD pero puede considerarse un agua normal dentro de

los padrones de potabilidad y apta para el consumo de la población, riego y uso industrial.

7- PRINCIPALES CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- La disponibilidad mínima de agua subterránea estimada para el Acuífero Patiño en el Área Metropolitana del Gran Asunción esta en torno de 2.000 m³/h a 2.500 m³/h o sea 0,5 m³/s a 0,7 m³/s. Esto es posible obtener si se planifican las acciones referentes al aprovechamiento, se llevan en consideración los aspectos hidrogeológicos descritos anteriormente y a conocer, se construyan pozos dentro de proyectos adecuados que puedan alcanzar profundidades entre 250 m a 350 m, se utilice como fluido de perforación “polímero orgánico”, se contraten empresas con experiencia y se optimice en lo posible la mayoría de los aspectos relacionados a la concepción de la obra de manera a poder aprovechar el potencial de este excelente manantial subterráneo sin comprometer sus cualidades hidrogeológicas e hidroquímica.
- Los resultados obtenidos en el análisis físico-químico y bacteriológico realizado periódicamente en las muestras de agua extraída por los pozos ubicados en los municipios del Gran Asunción a cargo de la Corporación muestran que la misma es de excelente potabilidad y puede ser considerado de primera calidad y dispensa
- cualquier tipo de tratamiento. Esta periodicidad permite registrar cualquier anomalía hidroquímica que pueda venir a ocurrir en los pozos actualmente en explotación.
- Es necesario que se implemente un catastro de todos los pozos existentes en operación dentro del área metropolitana del Gran Asunción, teniendo en cuenta que sobre este acuífero y en esta región es donde se encuentra el mayor número de la población de nuestro país, y la concentración de emprendimientos industriales y comerciales que en su mayoría utilizan los recursos hídricos subterráneos para su abastecimiento, representando siempre un riesgo a la contaminación. Por esta razón el conocimiento efectivo de la situación actual de utilización de este acuífero es primordial para su manejo en forma racional de manera a evitar problemas latentes de sobre-explotación del agua subterránea, condiciones de recarga, interferencia entre pozos y su propia contaminación que sin lugar a dudas debe estar ocurriendo en áreas localizadas de la región.
- Considerando la vulnerabilidad del Acuífero Patiño que ocurre en forma libre y en condiciones freáticas en las áreas urbanas de las cuencas de los arroyos Itay, San Lorenzo y Lambaré, es importante que se implemente en la brevedad medidas ambientales de orden municipal o nacional que regulen y pongan en práctica “el uso y ocupación del suelo y de las aguas subterráneas”, evitando la instalación de industrias que potencialmente sean grandes consumidoras de agua y aquellas que puedan llegar a contaminar el Acuífero Patiño.
- Finalmente cabe destacar las ventajas que la explotación del agua subterránea presenta frente a otra alternativa, considerando que la construcción del pozo tubular profundo es más rápida, tiene un menor costo de implantación, las inversiones pueden ser escalonadas conforme las necesidades, la operación del sistema es más sencilla y el tratamiento cuando necesario se limita apenas a la cloración.



CHACO PARAGUAY



RIO PARAGUAY

MARIANO ROQUE ALONSO

PLANTA DE TRATAMIENTO
Viñas Cué - CORPOSANA

A. Itay

Aeropuerto
Internacional Pettrossi

LUQUE

FERNANDO DE LA MORA

SAN LORENZO

A. San Lorenzo

LAMBARE

Bañados de Tacumbé

Parque Carlos A. López

Estación Carlos A. López

Parque Taballero

Parque de Artigas

Jardín Botánico

Est. Jardín Botánico

Base Aérea Militar

Cuarto Barrio

Av. Uruguay

Av. España

Av. López

Av. General Sg. Santos

Av. Uruguay

Av. España

Av. López

Av. General Sg. Santos

Av. General Sg. Santos

Av. General Sg. Santos

Av. General Sg. Santos

Av. Uruguay

Av. España

Av. López

Av. General Sg. Santos

Av. General Sg. Santos

Av. General Sg. Santos

Av. General Sg. Santos

Av. Uruguay

Av. España

Av. López

Av. General Sg. Santos

Av. General Sg. Santos

Av. General Sg. Santos

Av. General Sg. Santos

Av. Uruguay

Av. España

Av. López

Av. General Sg. Santos

Av. General Sg. Santos

Av. General Sg. Santos

Av. General Sg. Santos

Av. Uruguay

Av. España

Av. López

Av. General Sg. Santos

Av. General Sg. Santos

Av. General Sg. Santos

Av. General Sg. Santos

Av. Uruguay

Av. España

Av. López

Av. General Sg. Santos

Av. General Sg. Santos

Av. General Sg. Santos

Av. General Sg. Santos

Av. Uruguay

Av. España

Av. López

Av. General Sg. Santos

Av. General Sg. Santos

Av. General Sg. Santos

Av. General Sg. Santos

CUADRO-2

POZOS TUBULARES PROFUNDOS ÁREA METROPOLITANA DEL GRAN ASUNCIÓN PRINCIPALES CARACTERÍSTICAS CONSTRUCTIVAS E HIDRODINÁMICAS																
LOCALIDADES	M. R. Alonso		LUQUE				SAN LORENZO				LAMBARE			F. de la MORA		
N° DE POZO	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
SITUACIÓN	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F/F	F	F	F	F	F/F	
PROFUNDIDADES (m)	POZO	270	145	200	208	207	303	250	127	210	203	200	196	300	205	233
	ENTUBADO	252	136	200	190	196	296	230	120	190	180	180	190	300	192	220
TIPO DE TUBERIA	TUBO CIEGO/FILTR O	PVC	PVC	PVC	GALV.	GALV.	GALV.	GALV.	GALV.	GALV.	PVC	PVC	PVC	GALV.	PVC	PVC
PRODUCCIÓN	m³/h	45(60)*	13(3)	12	33	34	85(120)*	58	38	53	3	64	52	120(200)*	31	39
DATOS HIDRODINÁMICOS (m)	N.E	20,5	15	12	22	22	14	18	0	0	S/D	45	27	21,5	25	68
	N.D	69	S/D	105	75	76	70	91	26	28	S/D	104	85	38,5	89	102

NOTAS:

(1) - F = FUNCIONANDO; F/F= FUERA DE FUNCIONAMIENTO.

(2)- CAUDAL TOTAL DE PRODUCCIÓN ESTIMADO = 680 m³/h, DATOS SUMINISTRADOS POR CORPOSANA.

(3) - CAUDALES DE EXPLOTACIÓN 13m³/h

- (60)*m³/h, (120)* m³/h y (200)*m³/h, CAUDAL POTENCIAL REGISTRADO EN LAS PRUEBAS DE BOMBEO.

8- REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ROBERTO ACOSTA ALVAREZ, MANOEL C. LOPES, 1999; “Estudio Hidrogeológico para el Incremento de Agua Subterránea para el Aprovechamiento en el Abastecimiento del Área Metropolitana de Asunción “Plan Verano 2000”- Fernando de la Mora, Mariano Roque Alonso, Lambaré, Luque y San Lorenzo – Banco Interamericano de Desarrollo - BID - Corposana – Ground Water Hidrogeología e Engenharia – Octubre/99; Asunción- Paraguay.
- GODOY, E. ; 1991 ; “Acuíferos Potenciales del Paraguay” - 1er. Simposio sobre Aguas Subterráneas y Perforación de Pozos en el Paraguay - Memorias; Asunción.
- GODOY, E. et al.; 1991 ; “Evolución y Estado Actual del Conocimiento Hidrogeológico del Paraguay” - 1er. Simposio sobre Aguas Subterráneas y Perforación de Pozos en el Paraguay - Memorias; Asunción.
- JOHNSON, D. U. O. P. ; 1972. “Água Subterránea e Pocos Tubulares”. CETESB 3 De. 1978 ; 482 p. São Paulo.
- LOPES, M. F. C. ; 1984.”Água Subterránea no Estado de São Paulo - Síntesis das Condições de Ocorrência”. 3o. Congresso Brasileiro de Águas Subterráneas ; Anais, V. 2 ; p. 305/317. ABAS De. ; Fortaleza - CE.
- Mapa Hidrogeológico del Paraguay -Escala 1:1.000.000 - 1986 - Asunción.
- PETROBRAS / UFPR - 1995. “Acuífero Gigante del Mercosur (Argentina, Brasil, Paraguay y Uruguay) : Mapas Hidrogeológicos de las Formaciones Botucatu, Piramboia, Rosario do Sul, Buena Vista, Misiones y Tacuarembó”. Rel. 16 p. - Universidade Federal do Paraná ; Curitiba - PR.
- LOPES, M. F. C. et al. ; 1982 “Geometria e Condições de Exploração do Aquífero Botucatu no Estado de São Paulo”. 2o. Congresso Brasileiro de Águas Subterráneas ; Anais ; p. 53/63. ABAS De. ; Salvador –