

ANÁLISIS DE LAS FORMACIONES SUPRABASÁLTICAS EN UN SECTOR DE LAS PROVINCIAS DE ENTRE RÍOS Y SANTA FE DENTRO DEL AMBIENTE DE LA CUENCA CHACOPAMPEANA

Daniel Mársico ^{(1) y (4)}; **Eduardo Díaz** ⁽²⁾; **Oscar Dalla Costa** ⁽³⁾ y **Bautista Aceñolaza** ⁽³⁾

⁽¹⁾Facultad Regional C. del Uruguay. UTN. Calle Ing. Pereira 676 –
(E3264BTD) Concepción del Uruguay - Entre Ríos. Email: danielmarsico@hotmail.com
- Tel/Fax: (+54 3442) 425541-423803

⁽²⁾ Facultad de Ciencias Agropecuarias. UNER Ruta Provincial 11 km 10.5.
(3101) Oro Verde. Entre Ríos. Email: ediaz@fca.uner.edu.ar. Tel/FAX: (+54 343 4975083).

⁽³⁾Consultores Independientes. Pje Vignas 1876 . (3000) Santa Fe.
Email: odallacosta@hotmail.com Tel/FAX: (+54 342 4560423

⁽⁴⁾ERRTER – Ente Regulador de los recursos termales de Entre Ríos. Artusi 40.
(3260) Concepción del Uruguay Entre Ríos. Email: errter@entrieros.gov.ar

RESUMEN

La Provincia de Entre Ríos ha sido investigada hidrogeológicamente mediante perforaciones profundas, con fines de explotación del recurso hídrico subterráneo con destino recreativo. En los últimos años se han incorporado perforaciones realizadas en el oeste de Entre Ríos y en el este de la Provincia de Santa Fe con los mismos fines. El aporte de la información geológica e hidrogeológica ha profundizado el conocimiento en la conformación, no solo geológica, sino también en cuanto a la disponibilidad hídrica y funcionamiento hidráulico del subsuelo en las formaciones suprabasálticas del área de estudio. El presente trabajo pretende interpretar y realizar una correlación hidroestratigráfica entre las perforaciones de La Paz, María Grande; Diamante y Victoria en la Provincia de Entre Ríos y las de Campo Timbó y Santa Rosa de Calchines en Santa Fe. La metodología utilizada consistió en la realización de prospección geoelectrica por corriente continua y testificación de sondeos, control de campo durante la ejecución de las perforaciones en cada una de ellas sumado al control geológico y recolección de muestras, se pudo alcanzar un relevamiento de campo integral y detallado con medidas directas de validez científica. Se debe incluir además la realización de ensayos de caudales y determinaciones físico químicas de las aguas alumbradas. Se ha generado un nuevo marco geológico e hidrológico regional en un área de la Cuenca Chacopampeana.

Palabras claves: Chaco pampeana, Entre Ríos, Santa Fe, Perforaciones.-

ABSTRACT

The hydrogeology of the Entre Ríos Province has been investigated by means of deep perforations, with purposes of exploitation of the ground water resource to recreative destination. Additionally perforations were made in the west area of Entre Ríos and in the east of the Santa Fe with the same purposes. This information has contributed to the geological knowledge and the water availability in the basaltics formations of the area under study. The present work tries to interpret and develop a hydrostratigraphic correlation between the “La Paz”, “Maria Grande”; “Diamante” and “Victoria” boreholes in Entre Ríos Province and those of “Campo Timbó” and “Santa Rosa de Calchines 1” in Santa Fe Province. The used methodology consisted in geophysical prospection by direct current geoelectrical exploration and logging techniques, field control during the execution of the perforations and the geological control and compilation of samples. It was possible to reach an integral and detailed field report with direct measures of scientific validity, including the execution of discharge tests and groundwater determinations of physical and chemical properties. A geological and hydrogeological background has been confirmed in the area of Entre Ríos and Santa Fe Province in the “Cuenca Chacopampeana”.

Key Words: Chaco pampeana, Entre Ríos, Santa Fe, borehole.-

INTRODUCCIÓN

La Provincia de Entre Ríos en la última década del siglo pasado ha sido investigada hidrogeológicamente mediante perforaciones profundas (más de 1000 metros de profundidad), con fines de explotación del recurso hídrico subterráneo con destino recreativo (balneológico).

En los últimos años se han incorporado al conocimiento regional perforaciones realizadas en el oeste de Entre Ríos y en el este de la Provincia de Santa Fe con los mismos fines, Montañó et al (1998), Silva, A. (1999), Silva et al (2002), Díaz et al (2003); Tujchneider et al (2003), Díaz y Dalla Costa (2006,a), Díaz y Dalla Costa (2006,b) y Mársico (2007).

El aporte de la información geológica e hidrogeológica ha profundizado el conocimiento en la conformación, no solo geológica, sino también en cuanto a la disponibilidad hídrica y funcionamiento hidráulico del subsuelo en las formaciones suprabasálticas del área de estudio.

OBJETIVOS

El presente trabajo pretende interpretar los avances realizados en estos aspectos a través de una correlación hidroestratigráfica entre las perforaciones de La Paz, María Grande; Diamante y Victoria en la Provincia de Entre Ríos y las de Campo Timbó y Santa Rosa de Calchines en Santa Fe.

METODOLOGIA

Este estudio esta basado inicialmente en una indagación exhaustiva de la información existente, priorizando aquella vinculada al conocimiento científico y técnico del área de estudio. La información proveniente de consultas individuales solo se utilizó en casos muy puntuales y nunca sustituyó a la proveniente de fuentes científicas reconocidas.

Las tareas desarrolladas en el campo consistieron en la inspección de obra y control geológico de la perforación con toma y análisis de cutting cada 2 metros, el diseño y monitoreo de las maniobras de entubado y cementado, control del perfilaje con sonda multiparamétrica en las perforaciones de Diamante-1, Timbues-1, Santa Rosa de Calchines-1 y María Grande (perforación de reinyección), ensayos hidráulicos realizados y la toma de muestras del recurso para su análisis en laboratorios reconocidos, en las perforaciones de María Grande (perforación de reinyección), Diamante-1 y Santa Rosa de Calchines-1, y recolección de muestras enviadas a laboratorio para la determinaciones de las curvas granulométricas, se pudo alcanzar un relevamiento de campo integral y detallado con medidas directas de validez científica. Finalmente la elaboración de los informes, técnico, geológico y ambiental de dichas perforaciones. La información de la perforación Victoria-1 fue procesada por Sanguinetti (2008).

Los estudios del "cutting" que incluyeron entre otros procedimientos su descripción micro y megascópica, análisis granulométrico sumado a los diferentes perfilajes múltiple de pozos, (Díaz et al, 2007), mediante sondas eléctricas de potencial espontáneo y de radiación gamma natural efectuados permitieron formalizar una descripción más que detallada de las unidades formacionales atravesadas y lograr así cumplir con el objetivo propuesto. Se debe incluir además la realización de ensayos de caudales y determinaciones físico químicas de las aguas alumbradas.

RESULTADOS

La Figura N° 1 presenta la localización de las perforaciones estudiadas y perfiles Transversales. A partir de la información recopilada se generó para cada una de las seis (6) perforaciones estudiadas el perfil geológico, determinando los límites de las unidades estratigráficas involucradas.

Las Figuras N° 2 a 6 presentan la integración de las perforaciones estudiadas en los perfiles A-B, C-D, E-F, G-H y I-J, y el perfil transversal de las perforaciones de Santa Rosa de Calchines-1, María Grande-1 y La Paz-1 indicando los límites entre las distintas formaciones estudiadas.

La Figura N° 7 presenta la integración de los registros geofísicos del sondeo Timbues-1 de 762 metros de profundidad, y las representaciones de la arcillosidad estimada, de las zonas permeables y de la conductividad del agua de formación, Díaz et al (2006b).

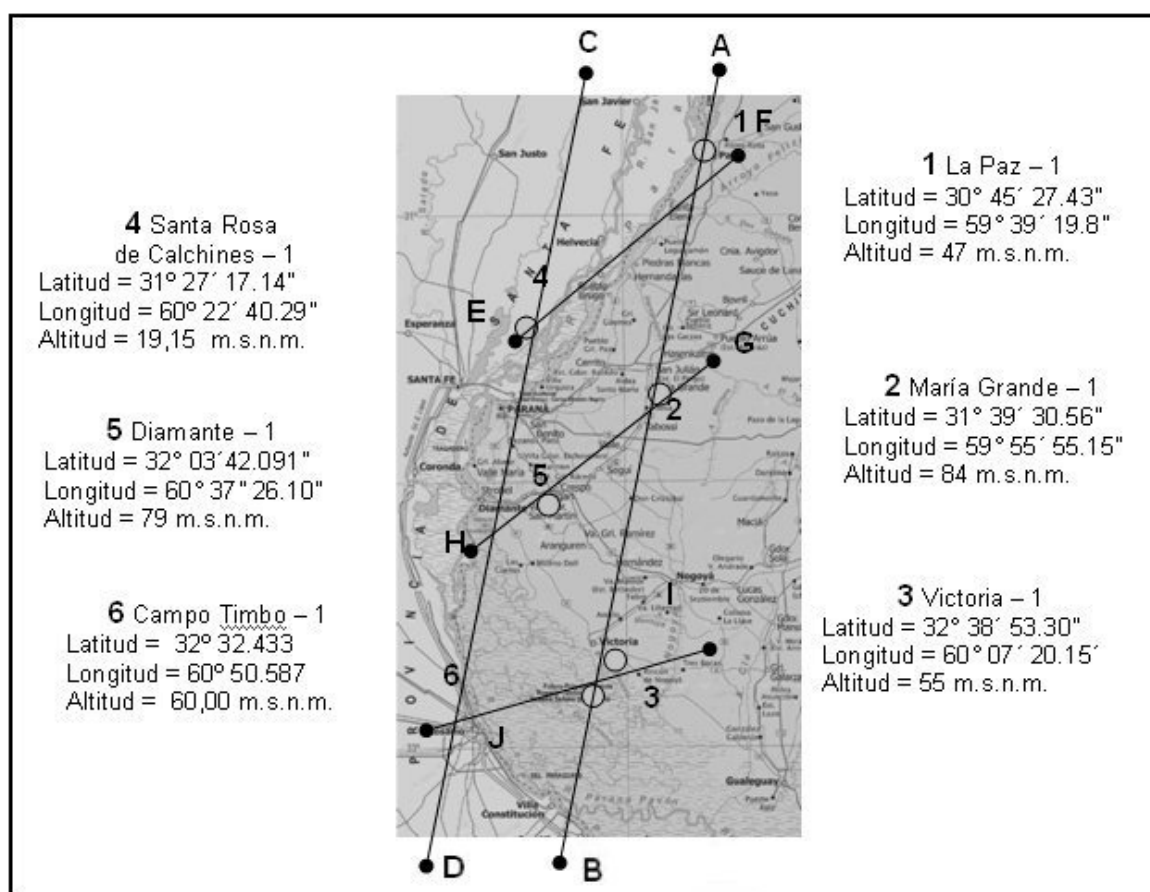


Figura N° 1. Localización de las perforaciones estudiadas y perfiles transversales.

Elaboración del Cuadro Estratigráfico Regional

A partir de la información geofísica, geológica e hidrogeológica, los antecedentes regionales (Chebli et al, 1989 y Chebli et al, 1999), se ha podido desarrollar un nuevo Cuadro Estratigráfico Regional desarrollado para el área de estudio, indicando para cada una de las perforaciones estudiadas la Era, Período y Época., Ver Cuadro N° 1.

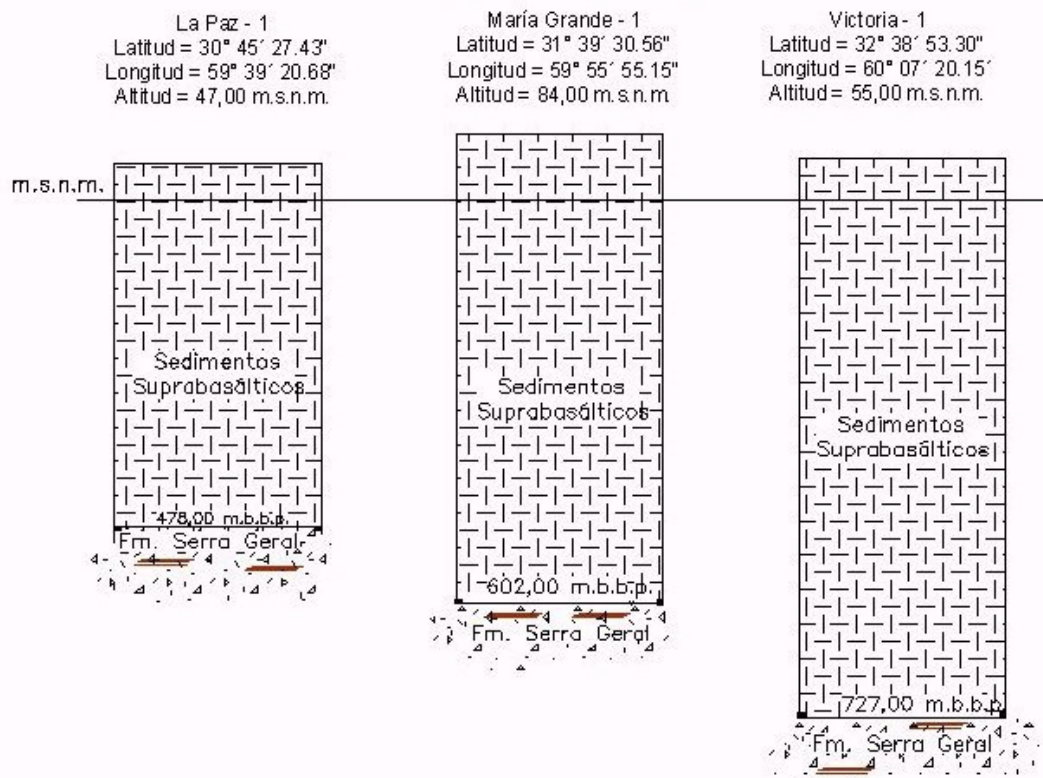


Figura Nº 2. Perfil A-B

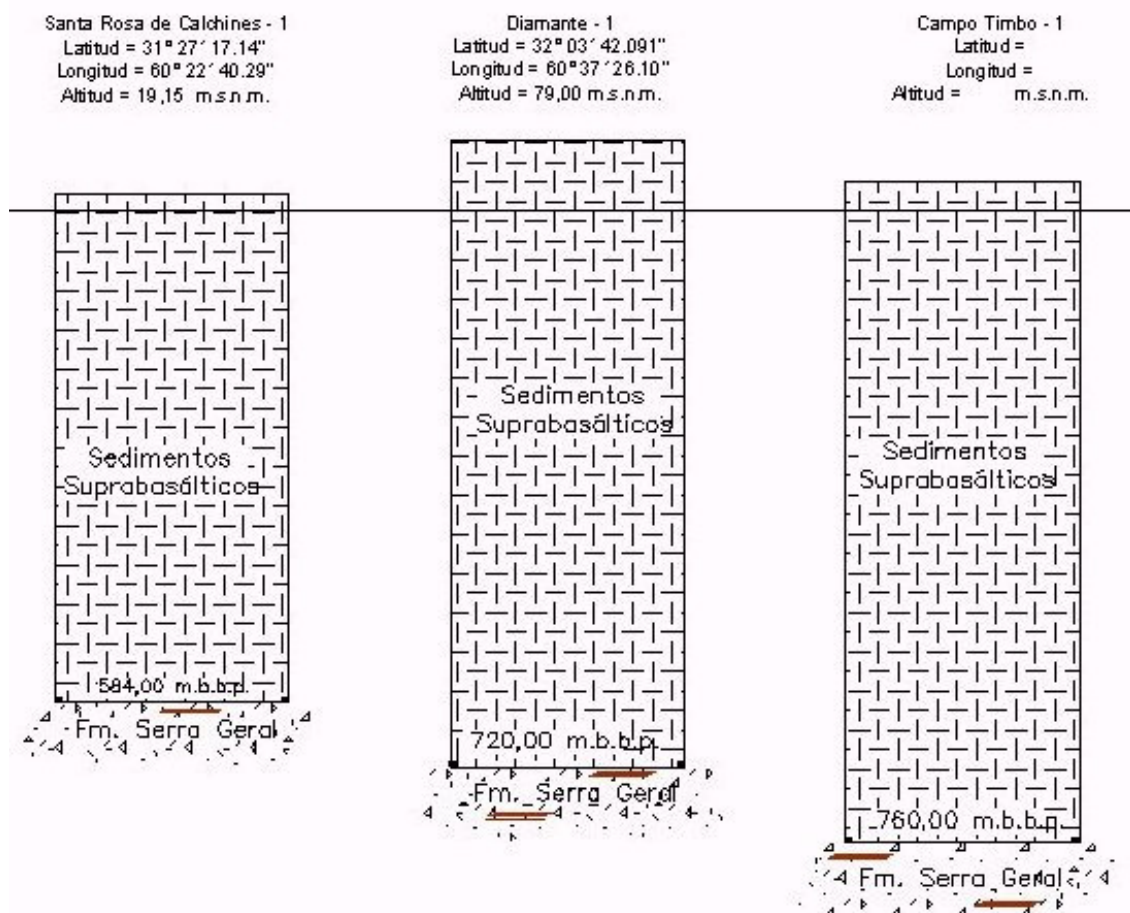


Figura Nº 3. Perfil C-D

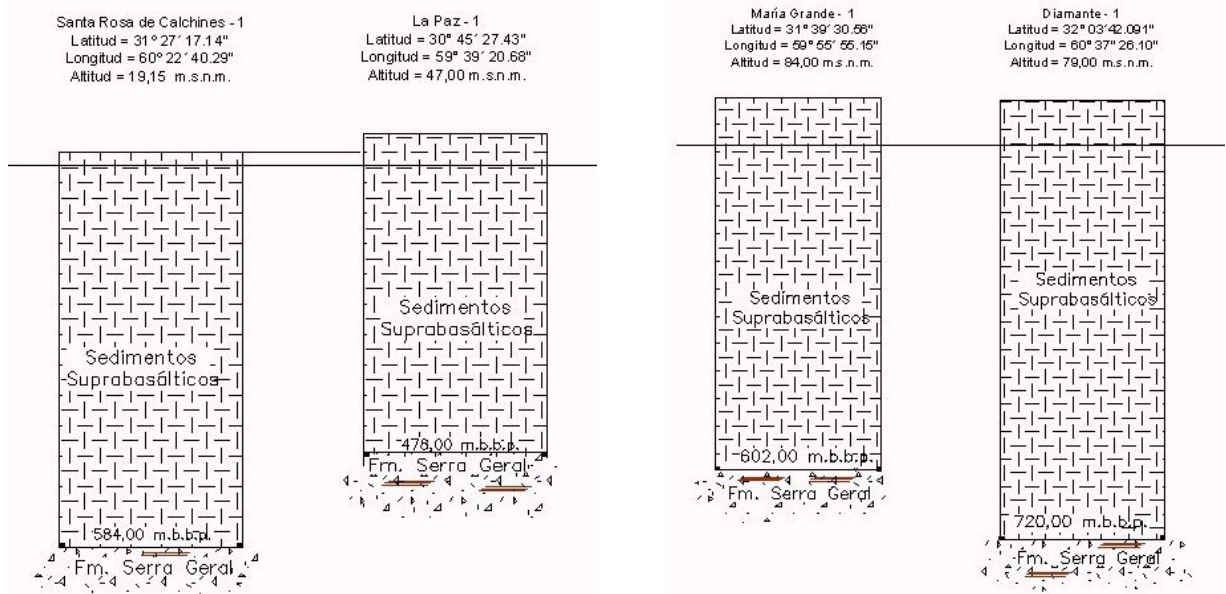


Figura Nº 4. Perfil E-F

Figura Nº 5. Perfil G-H

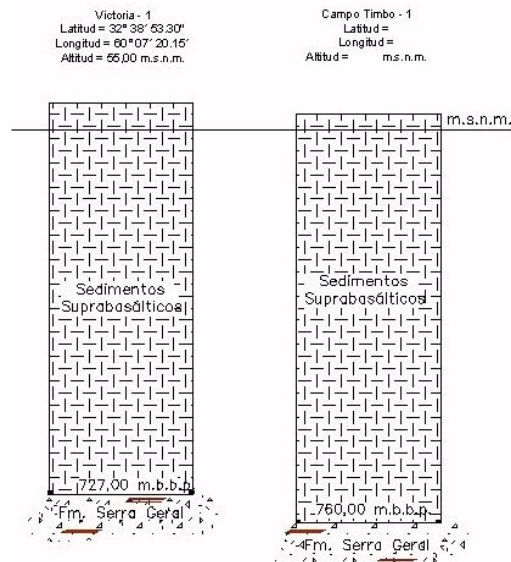


Figura Nº 5. Perfil I-J

Descripción de las Formaciones Geológicas atravesadas

Formación Serra Geral (White, 1908). Se ha tomado como sustrato geológico de las columnas representadas a las coladas lávicas de magnitud regional y que cubrieron parte de los territorios de Argentina, Brasil, Paraguay y Uruguay.

La roca dominante es el basalto de tipo toleítico, el cual se dispone en forma de coladas, filones capas y diques. El color de las mismas varía entre el pardo rojizo a grisáceo y negro. Tiene abundante labradorita y andesina y muy poco feldespato potásico. Como minerales secundarios aparecen la pigeonita y el olivino; la primera cloritizada y el segundo reemplazado por iddingsita. Las coladas normalmente son horizontales y tiene un espesor que oscila entre los pocos metros a varias centenas. Cerca de las superficies de las mismas en posible encontrar vesículas y amígdalas rellenas de calcedonia, ópalo o cristal de roca.

También se han descrito rellenos carbonáticos, zeolitas y a veces cobre nativo. Los bancos masivos por lo general presentan diaclasas con sistemas de fracturas subhorizontales y subverticales que le brindan un aspecto lajoso, apariencia que se torna esferoidal mientras nos acercamos a la superficie.

Formación Puerto Yerúa (De Alba y Serra, 1959) Se la describe como una sucesión siliciclástica de color rojizo o rosada, predominantemente arenosa con estratos limosos y arcillosos pardo rojizos con intercalaciones de conglomerados polimicticos con clastos de cuarzo, basalto y de areniscas con abundante material carbonático.

En el subsuelo de la provincia de Santa Fe y equivalente en el tiempo se encuentra la **Formación Mariano Boedo (Padula y Mingramm, 1968)** está constituida predominantemente por areniscas finas a medianas, de coloración variada, bancos calcáreos y arcilitas grises, verdosas y rosadas, en parte yesíferas.

Formación Fray Bentos. (Lambert, 1939). Se conforma de niveles arenosos y limoarcilitas de color castaño a rosado con cemento carbonático que en algunos puntos llega a tener características de caliza y en algunos sectores se observa fenómenos de silicificación. Hay niveles brechosos y conglomerádicos soportados por una matriz limosa, los clastos son de calcedonia subredondeados a redondeados.

Formación Olivos (Gröever, 1961) está formada por areniscas y pelitas moradas, rojizas, de origen continental y de amplia difusión regional en todas las cuencas que subyacen a la región Chaco-Pampeana.

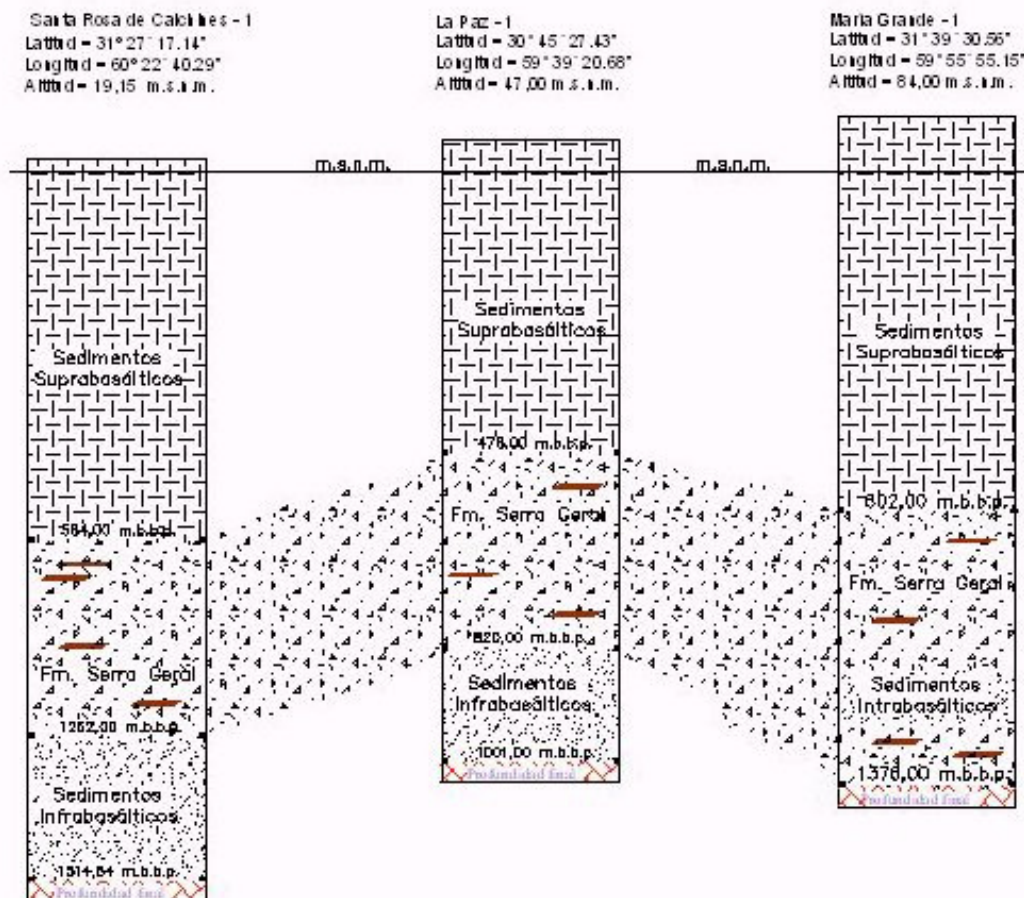


Figura N° 6. Perfil Transversal

Formación Paraná (Bravard, 1858) Desde la base al techo se describen bancos de arcillas, verdes plásticas con bancos de arena intercalados de la misma coloración coronan la secuencia horizontes de calcáreos organógenos, arcillas verdes y arenas arcillosas).

Formación Ituzaingó (De Alba, 1953). Arenas cuarzosas de colores variables entre blanquecino-amarillentas a rojizas y pardo rojizas, por lo general sueltas aunque a veces se observa una cementación parcial con cemento siliceo y ferruginoso. También son frecuentes observar intercalaciones de bancos de arcillas verdosas o grises, como asimismo niveles conglomerádicos con clastos de cuarzo, ópalo y calcedonia.

Formación Ituzaingó (“arenas Puelches”). Secuencia de arenas cuarzosas sueltas, medianas y finas, blanquecinas y amarillentas, con estratificación gradada. Se superponen en discordancia erosiva a las arcillas de la Formación Paraná.

Formación General Alvear (Iriondo, 1980) Integrada por limos y arcillas pardas, pardo rojizas y pardo amarillentas, con altos contenidos de cenizas volcánicas y carbonatos que desarrollan un particular tabicado bajo influencia de las variaciones de la capa freática.

Formación Hernandarias (Reig, 1957) Arcillas pardas, verdosas y rojizas con intercalaciones de niveles de alabastro y bocones de yeso. En sus niveles basales aparecen arcillas verdosas y grises con interstratificaciones de yeso. Hacia la parte cuspidal encontramos arcillas pardas rojizas con concreciones esferoidales de tosca.

Grupo Pampa (Tujchneider, 2001), propone esta denominación para tratar, en forma conjunta, a unidades integradas por los "loess y limos pampeanos", descritas formal e informalmente en distintas localidades de la provincia de Santa Fe. Está integrado en la base por arcillas pardas y verdosas, en partes calcáreas, por encima de estos sedimentos se encuentran limos arenosos y arcillosos castaños coronados por sedimentos loessicos de poco espesor.

Formación Texanos Pintos (Iriondo, 1980) Esta unidad está constituida por loess y limos de color castaño rosado con bajo contenido de arenas.

Depósitos Recientes y Actuales (Holoceno) comprenden un conjunto de sedimentos limo-arcillosos, limo-arenosos y arenosos finos, de distribución irregular y espesores que, en general, no superan los 4-5 m. Se los identifica bajo designaciones informales como "Depósitos de Terraza Naré", "Depósitos de Paleocauces del Río Paraná", "Depósitos de Terraza Saladillos" y "Depósitos Aluviales y Eólicos Superficiales". En algunos sitios, como Cayastá y Santa Rosa de Calchines, la parte superior de la secuencia presenta pequeñas dunas de arenas muy finas, limosas, sobre una base de arcillas.

CONCLUSIONES

La recopilación de la información geofísica, geológica e hidrogeológica de seis perforaciones profundas ejecutadas en las Provincias de Entre Ríos y Santa Fe destinadas al fines terapéuticos – balneológicos, se ha mostrado como una fuente de información básica para entender el funcionamiento hidrogeológico regional de las formaciones suprabasálticas en un área de la Cuenca Chacoparanaense. Se ha confirmado un marco geológico e hidrológico regional producto de la incorporación de información actualizada, contrastada mediante diferentes técnicas en un área de la Cuenca Chacopampeana de la que no se disponía de información, la que será de utilidad a los planificadores del recurso hídrico subterráneo, de manera de alcanzar un uso sostenible mismo.

BIBLIOGRAFIA

Bravard, A. (1858). "Monografía de los terrenos marinos terciarios de las cercanías del Paraná". Buenos Aires (reimpresión de la Cámara de Diputados de la Nación 1995, 107 pp.)

Chebli, G., O. Tofalo y G. Turazzini (1989). "Mesopotamia". En: Chebli, G. y L. Spalletti (Ed) Cuencas Sedimentarias Argentinas. Universidad Nacional de Tucumán, Instituto Superior de Correlación Geológica, Serie Correlación Geológica N° 6: 79-100. Tucumán.-

Chebli, G. A., Mozetic, M. E., Rossello, E. A. y M. Buhler (1999). "Cuencas sedimentarias de la Llanura Chacopampeana". En: Caminos, R. (Ed.). Geología Argentina. SEGEMAR, Anales 29: 627-644.

De Alba, E. (1953). "Geología del Alto Paraná en relación con los trabajos de derrocamiento entre Ituzaingó y Posadas". Revista Asociación Geología Argentina. T 8 – N° 3 – Buenos Aires.

De Alba, E. y N. Serra (1959). "Aprovechamiento del Río Uruguay en la zona de Salto Grande. Informe sobre las condiciones y características geológicas". Dirección Nacional de Geología y Minería. Anales 11. Buenos Aires

Díaz, E.; Dalla Costa, O. y J. A. Sanguinetti. (2003). "El Sistema Acuífero Guaraní. Los Estudios, la Explotación y Gestión en Entre Ríos". III Congreso Argentino de Hidrogeología. Rosario. Setiembre de 2003. Vol I: pp 81-90.

Díaz, E y O. A. Dalla Costa. (2006a). "Evaluación de la factibilidad de ocurrencia de aguas subterráneas calientes profundas en las proximidades de la localidad de Santa Rosa de Calchines. (Provincia de Santa Fe)". 39 páginas. Inédito.

Díaz, E y O. A. Dalla Costa. (2006b). "Informe Perfilaje Múltiple de pozos. Perforación Termal. Campo Timbó". Inédito. 12 páginas. 1 Plano.

Díaz, E.; Dalla Costa, O. y B. Aceñolaza (2007). "Tratamiento de datos de testificaciones en sondeos. Aplicación a sondeos profundos". En: Taller de Geofísica Aplicada a la Hidrogeología. Editado por el Grupo Argentino de la Asociación Internacional de Hidrogeología. Pp 25-34.

Gröeber, P. (1961). Contribución al conocimiento geológico del Delta del Paraná y alrededores. Anales de la Comisión de Investigaciones Científicas 2: 9-53.

Iriondo M. (1980). "El cuaternario de Entre Ríos". Revista de la Asociación de Ciencias Naturales del Litoral N°11 pgs. 125/141.

Lambert, R. (1939). "Memoria explicativa de la carta geológica de reconocimiento del departamento de Paysandú y alrededores de Salto". Inst. Geol. Uruguay. Bol. N° 27. Montevideo. Groever. (1961).

Mársico, D. (2007). "Aportes al Conocimiento Geohidrológico del borde oriental de la cuenca chacoparanaense en la Provincia de Entre Ríos". En: Taller de Acuíferos Transfronterizos. Editado por el Grupo Argentino de la Asociación Internacional de Hidrogeología. Pp 13-28.

Montaño J.; Tujchneider O. C.; Auge M.; Fili M. F.; Paris M.; D'Elía M.; Pérez M.; Naghi M.; Collazo P. y P. Decoud (1998). "Acuíferos regionales en América Latina, Sistema Acuífero Guaraní, Capítulo Argentino-Uruguayo". Centro de Publicaciones, Secretaría de Extensión, U.N.L., Santa Fe, Argentina. 217 pp.

Padula E. y A. Mingramm (1968). "Estratigrafía, Distribución y cuadro Geotectónico - sedimentario del "Triásico" en el Subsuelo de la Llanura Chaco – Paranaense" Terceras Jornadas Geológicas.

Reig, O. A., (1957). Sobre la posición sistemática de "Zygolestes..." ...con una reconsideración de la edad y correlación del "Mesopotamiense". Holmbergia 5 (12-13).

Sanguinetti, J. A. (2008). "Cuadro estratigráfico de la Perforación Victoria-1". Inédito.

Silva, A. A. (1999). "Contribución al conocimiento de la Geología e Hidrogeología del Sistema Acuífero termal de la Cuenca Chacoparanaense Oriental Argentina". Tesis Doctoral. UBA. 1999.

Silva, A. A.; Fernandez Garrasino, C. y Santa Cruz, J. N. (2002). Aspectos Estructurales e Implicancias hidrogeológicas sobre el sistemas Acuífero Termal "Guaraní" en la Mesopotamia Argentina. Actas del XV Congreso Geológico Argentino. El Calafate.

Tujchneider, O. C. (2001). "Sistemas hidrogeológicos en áreas de llanura: Cuenca inferior de los Saladillos, Provincia de Santa Fe". Tesis Doctoral, 2 tomos. Universidad Nacional de Tucumán. Inédita.

Tujchneider, O.C.; Perez, M.; Paris, M. y M. D'Elía. (2003). "Sistema Acuífero Guaraní: Un recurso compartido por cuatro países". III Congreso Argentino de Hidrogeología. Rosario. Setiembre de 2003. Vol I: pp 71-80.

White, I.C., (1908). Relatorio sobre as "Coal measures" e rochas asociadas do sul do Brasil. Relatório Final da Comissão de Estudos das Minas de Carvão de Pedra do Brasil. Imprensa Nacional, 1: 2-300, Río de Janeiro.

Cuadro Nº 1. Cuadro Estratigráfico Regional

Cuadro cronoestratigráfico comparativo								
Era	Periodo	Epoca	Entre Ríos*				Santa Fé*	
			La Paz	María Grande	Diamante	Victoria 1**	Santa Rosa de Calchines	Campo Timbo
Cenozoico	Cuaternario	Holoceno	Suelo actual	Suelo actual	Suelo actual	Loess	Depósitos indeferenciados actuales	
			Tezanos Pintos	Tezanos Pintos	Tezanos Pintos	Texanos Pintos		
		Pleistoceno	Hernandarias	Hernandarias	Hernandarias	Hernandarias	Grupo Pampa	Grupo Pampa
			General Alvear	General Alvear	General Alvear			
	Terciario	Plioceno	Ituzaingo	Ituzaingo	Ituzaingo		Arenas Puelches	Arenas Puelches
		Mioceno	Paraná	Paraná	Paraná	Paraná	Paraná	Paraná
		Mioceno - Oligoceno +	Fray Bentos	Fray Bentos	Fray Bentos	Sed. Indiferenciados	Olivos	Olivos
						Fray Bentos		
		Paleoceno	Puerto Yerúa	Puerto Yerúa	Puerto Yerúa	Puerto Yerúa	Mariano Boedo	Mariano Boedo
Mesozoica	Cretácico	Superior Inferior	Basaltos de Serra Geral					
	Jurásico	Superior						

*Perforaciones profundas

** J. A. Sanguinetti (2008 Inédito)

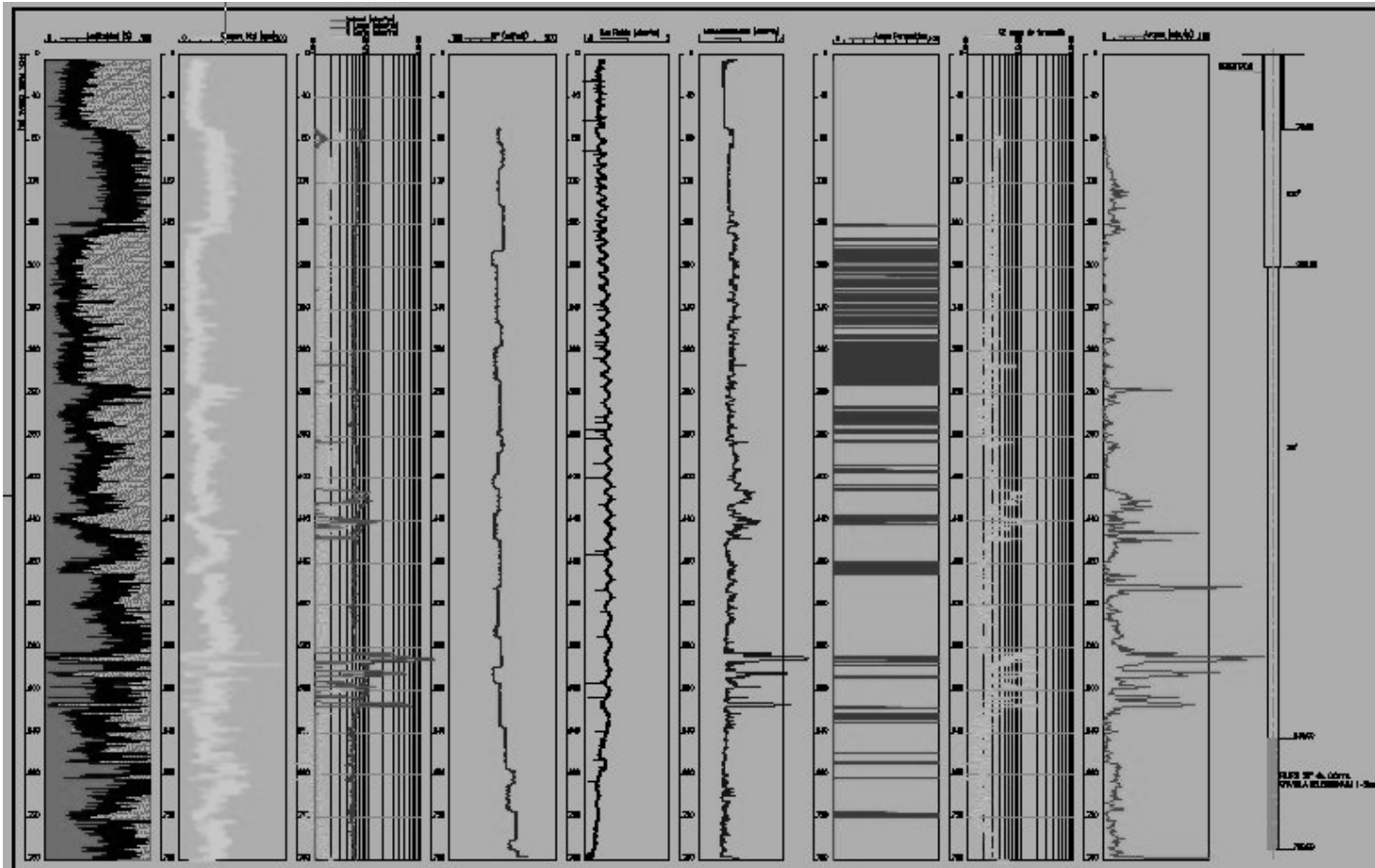


Figura Nº 7. Perfil Integrado de la Perforación Timbues-1.
 Campo Timbó. Provincia de Santa Fe