

TRABAJO FINAL DE LICENCIATURA EN GEOLOGÍA
FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES Y MUSEO
UNIVERSIDAD NACIONAL DE LA PLATA



Particularidades del Acuífero Puelche en la región de La Plata

Juan Manuel García
Director: Eduardo E. Kruse.

AGRADECIMIENTOS

A mis padres y familiares por su incondicional ayuda a lo largo de los años de estudio.

A mi Director de Tesis y compañeros de la Cátedra de Hidrología General.

A mis amigos que en mayor o menor medida contribuyeron en este proceso de formación.

Y un especial agradecimiento a la empresa de perforaciones Aguanor por la vasta información facilitada, la cual ha sido fundamental para la realización de este Trabajo Final de Licenciatura.

INDICE GENERAL

	Página
1. Introducción	1
2. Ubicación del área de estudio y consideraciones generales	2
3. Metodología	4
3.1 Recopilación de antecedentes	4
3.2 Revisión de perfiles de perforación antiguos	5
3.3 Perfiles de perforación recientes	6
3.4 Elaboración de una base de datos	8
3.5 Integración en un sistema SIG	10
3.6 Análisis de resultados e interpretación	12
4. Geología e hidrogeología regional	18
4.1 Características geológicas	18
4.2 Características hidrogeológicas	21
5. Condiciones hidrogeológicas locales	24
6. Paleomorfología del piso y techo del Acuífero Puelche	27
7. Variaciones de los espesores	30
8. Perfiles geológicos y análisis de variaciones faciales	35
9. Discusiones	46
10. Conclusiones	49
11. Bibliografía citada	51

Anexo A: Información de las perforaciones:

A.1: Información Obras Sanitarias.

A.2: Base preliminar de datos.

A.3: Base final de datos.

Particularidades del Acuífero Puelche en la región de La Plata

1. INTRODUCCIÓN

El Trabajo Final de Licenciatura (TFL) desarrollado en la Cátedra de Hidrología General bajo la tutela del Dr. Eduardo E. Kruse forma parte de uno de los requisitos para la obtención del título de Licenciado en Geología, según lo establece el actual Plan de Estudios de la Facultad de Ciencias Naturales y Museo dependiente de la Universidad Nacional de La Plata. La elección del tema propuesto acerca de las particularidades del Acuífero Puelche se fundamenta en la importancia que adquiere esta unidad como fuente de agua subterránea en un clásico sistema geohidrológico situado en los tramos superiores de la secuencia sedimentaria en parte de las provincias de Buenos Aires, Santa Fe, Entre Ríos y Córdoba.

Dicho sistema incluye a las Formación Puelches, Sedimentos Pampeanos y Sedimentos Post-pampeanos y de acuerdo a las características hidrológicas estas unidades geológicas conforman un sistema geohidrológico único, con continuidad hidráulica, a pesar de que existen diferencias verticales de permeabilidad entre cada una de ellas. Dentro de este esquema, el nivel Acuífero Puelche de carácter semiconfinado representa uno de los más importantes de nuestro país, dadas sus reservas, calidad, explotación actual y diversidad de usos (agua potable, riego e industrial).

Este trabajo tiene como objetivo principal interrelacionar los conocimientos adquiridos durante la carrera de grado (en asignaturas geológicas básicas y aplicadas) con actividades que realizará en su futuro desempeño profesional en relación a la temática hidrogeológica.

Además, se incluyen como objetivos específicos: actualizar las características dimensionales del Acuífero Puelche a partir de información de subsuelo generada en los años recientes en la región de La Plata y alrededores; elaborar una base de datos hidrogeológica e integrarla a un Sistema de Información Geográfica (SIG); reconocer e interpretar el ambiente de sedimentación en función de las características morfológicas del acuífero.

2. UBICACIÓN DEL AREA DE ESTUDIO Y CONSIDERACIONES GENERALES

La Formación Puelches (Santa Cruz, 1970) se desarrolla en las provincias del litoral fluvial argentino, ocupando una extensión aproximada de 240.000 km². El límite SO de esta formación en la provincia de Buenos Aires, donde ocupa unos 92.000 km² (Auge *et al.*, 2002), se extiende de manera subparalela al Río Salado, internándose hacia el oeste de la provincia, para luego ingresar en el sur de la provincia de Santa Fe. Sigue hacia el norte hasta alcanzar el Chaco situándose también en las provincias de Entre Ríos, Corrientes y el sector oriental de Córdoba.

Este estudio se restringe a un área menor, de aproximadamente 906 km², abarcando las cuencas hidrográficas que drenan hacia el Río de la Plata en los municipios de Berisso, Ensenada y La Plata (Figura 1). En esta área la Formación Puelches se sitúa en el subsuelo en prácticamente toda su extensión.

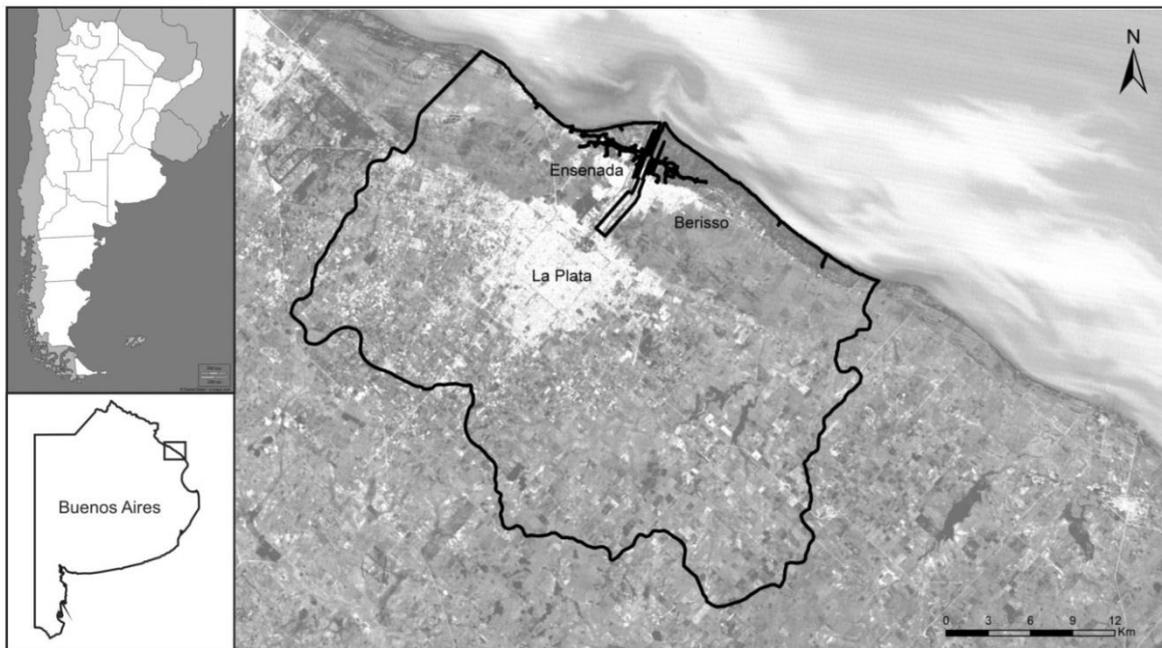


Figura 1. Ubicación del área de estudio.

En esta región la utilización de las aguas subterráneas ha mostrado un incremento a lo largo de todo el siglo pasado tanto en las áreas urbanizadas, para el abastecimiento de la población como en las rurales para el riego. Se estima que la extracción de perforaciones que captan agua del Acuífero Puelche aumentó un 80% en los últimos 20 años. Dada esta situación, para cuantificar las reservas subterráneas resulta necesario contar con el mayor detalle posible la configuración de esta unidad acuífera.

Superficialmente se reconoce un relieve donde se diferencian dos componentes morfológicos principales (Llanura Alta y Planicie Costera) y otro, denominado Escalón, que vincula a los dos anteriores (Figura 2).

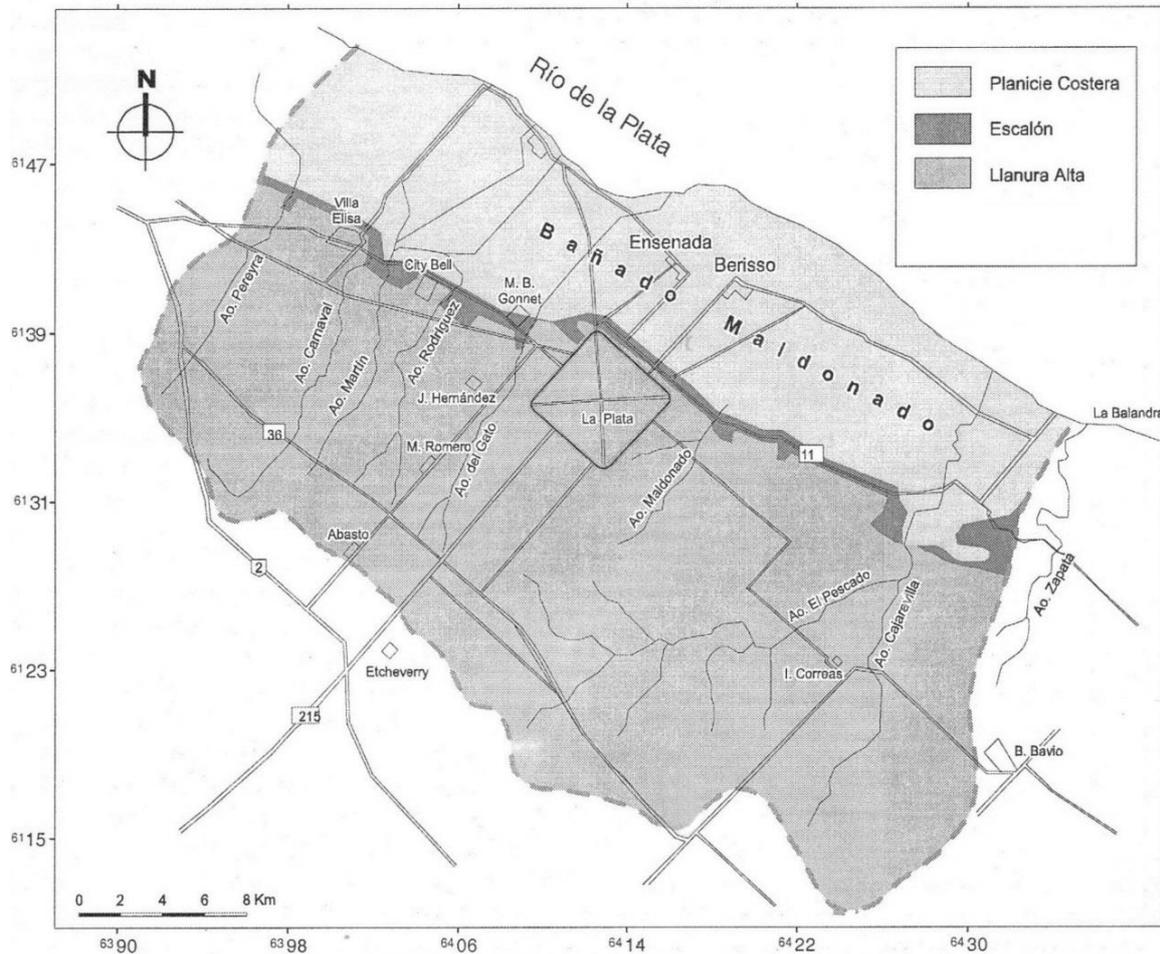


Figura 2. Mapa geomorfológico del área de estudio (Modificado de Auge, 2005).

La Planicie Costera sigue una disposición paralela a la línea de costa con alturas por debajo de los 5 m s.n.m y en su gran mayoría 2,5 m s.n.m (Fidalgo y Martínez, 1983). Es una zona casi llana con presencia de áreas deprimidas, como el Bañado Maldonado, el cual, junto con el Río de la Plata actúa como medio de descarga de los cursos provenientes de la Llanura Alta. Estas áreas deprimidas favorecen la presencia de un ambiente mal drenado, con agua aflorante o a escasa profundidad.

Por otra parte, la Llanura Alta o también denominada por Frenguelli (1950) como Terraza Alta o por Fidalgo y Martínez (1983) como Zona Interior se caracteriza por suelos de buena calidad y bien drenados (Hurtado *et al.*, 2006), predominando los procesos de infiltración. Presenta cuencas hidrográficas de bordes bien definidos y colectores principales con trayectorias mayormente rectas, junto con un relieve suavemente ondulado producto de la erosión fluvial, con alturas entre los 5 y 30 m

s.n.m. El límite entre las dos zonas morfológicas se encuentra a lo largo de la Av. 122 y la R.P 11 y las vías del FFCC, hacia el este y oeste respectivamente. El límite sur está dado por la divisoria de aguas que corre en sentido este-oeste; de la divisoria principal se desprenden divisorias secundarias que disminuyen en altura en dirección norte-sur y separan los valles fluviales.

La red hidrográfica está controlada principalmente por la cuenca del Arroyo del Gato y la del Arroyo El Pescado. Esta última con su forma de bota presenta un diseño dendrítico en sus cursos fluviales, a diferencia del diseño recto del resto de los cauces, como son los arroyos del Gato, Martín, Carnaval, Rodríguez y Maldonado.

3. METODOLOGÍA

Se planteó una metodología tradicional que requiere un trabajo hidrogeológico profesional para una evaluación de agua subterránea, tomando como punto de partida los antecedentes disponibles. Las tareas realizadas incluyeron distintas etapas:

3.1 Recopilación de antecedentes:

Se recopiló información proveniente de publicaciones e informes relacionados con las características geológicas y geomorfológicas de la región. De la biblioteca de la Facultad de Ciencias Naturales y Museo se obtuvieron distintos artículos, en especial aquellos de mayor antigüedad. También se dispuso de información existente en la Cátedra de Hidrología General, y se recurrió a otras fuentes adicionales de universidades nacionales para algunos trabajos específicos (U.B.A, U.N.L.P, U.N.L).

Los primeros datos acerca de lo que se conoce actualmente como Formación Puelches datan de la segunda mitad del siglo XIX. Una perforación realizada por Sourdeaux y Cia. en la ciudad de Buenos Aires (Iglesia de la Piedad) hasta el basamento cristalino brindó datos acerca de esta unidad en 1860 (Castellanos, 1928). Burmeister (1863) la menciona como una capa de arena acuífera. Luego se suceden distintos trabajos, entre otros, Doering (1882), Aguirre (1883), Castellanos (1928), Groeber (1945) en los que se hace referencia a esta unidad.

Con posterioridad otros autores mencionan a esta formación, entre otros: Frenguelli (1950), Groeber (1961), González Bonorino (1962 y 1965), Andreis (1969). En la década del '70 a partir de los estudios realizados por EASNE (1972) se produce un avance significativo en su conocimiento hidrogeológico. Santa Cruz (1970) analiza las características sedimentológicas. Auge y Hernández (1983) realizan un aporte sobre

las características geohidrológicas del Acuífero Puelche en la llanura bonaerense, lo cual es actualizado en Auge *et al.* (2002).

Existen distintos trabajos geohidrológicos recientes para el NE de la provincia de Buenos Aires. Entre los que se pueden mencionar Auge (2005), quien sintetiza los principales aportes para la región de La Plata y alrededores; Amato y Silva Busso (2006) que estudian la región del delta del Río Paraná; Rojo *et al.* (2008) y Deluchi *et al.* (2010) que han analizado la influencia hidrogeológica del límite entre el nivel Acuífero Puelche con el suprayacente; Vives *et al.* 2013, quienes formulan una modelación conceptual y numérica del acuífero en la cuenca del Río Matanza-Riachuelo.

3.2. Revisión de perfiles de perforaciones antiguos:

Se efectuó una revisión de antiguos perfiles hidrogeológicos que han sido base para conocer en términos regionales el comportamiento de la unidad acuífera. Esta tarea constituyó el punto de partida del presente TFL y a partir de los cuales, luego de su procesamiento, se sustentan los resultados obtenidos.

La gran mayoría de estas perforaciones corresponden al período 1919 - 2000 y fueron ejecutadas para la empresa prestadora del servicio de agua potable, como ser Obras Sanitarias de la provincia de Buenos Aires (OSBA), posteriormente concesionada a Azurix S.A y más recientemente a cargo de Aguas Bonaerenses Sociedad Anónima (ABSA). En este caso se han analizado un total de 123 perforaciones. Además se obtuvieron algunos datos de otros organismos (Dirección de Hidráulica, de Minería, etc).

La descripción de las perforaciones cuentan con distintos grados de detalle, incluso algunas de ellas carecen de la fecha de ejecución. Por este motivo fue necesario llevar a cabo una homogeneización de la información a los fines de identificar adecuadamente a la Formación Puelches. También es importante destacar que los registros de las perforaciones están acompañados de perfiles litológicos, lo que no sólo permitió identificar los pases formacionales, sino también tener un mayor conocimiento de la litología del subsuelo. Por las características anteriormente mencionadas, se sintetizó la información en tablas donde se consignó información hidrogeológica de importancia, como la profundidad del techo y piso de la Formación Puelches, profundidad del piso del Pampeano y espesor del nivel arcilloso que separa ambas formaciones (Anexo A, Tabla A.1).

Finalmente en las perforaciones de 1950 en adelante, es frecuente encontrar ensayos de bombeo, análisis químicos e informes geológicos, lo que denota un aumento de complejidad y cantidad de información analizada.

3.3. Perfiles de perforaciones recientes:

Se evaluaron perfiles de perforaciones recientes (2000-2015), incluyéndose la secuencia estratigráfica, diseños de los pozos, características granulométricas, parámetros hidráulicos y datos de análisis químicos del agua.

Se obtuvo información de distintas fuentes, como ser: el aporte de 242 nuevos perfiles de perforación de la empresa de perforaciones AGUANOR y 19 provenientes de distintos proyectos hidrogeológicos. Ello permitió ampliar la base de datos de manera considerable, contribuyendo a un mejor conocimiento del área de estudio. De este modo, en esta etapa se revisaron un total de 384 perforaciones entre pozos antiguos y recientes, que se hallan distribuidas en forma heterogénea dentro de los partidos de La Plata, Berisso y Ensenada.

Con respecto a los perfiles de perforación provistos por la empresa mencionada, en ellos existen mediciones obtenidas de los ensayos de bombeo, como caudal, conductividad del agua extraída, potencial hidrogeno (pH) y niveles estáticos y dinámicos. En todos los casos se acompañan con un perfil litológico general que consta de un esquema del diseño constructivo del pozo y una descripción litológica hasta captar la base del acuífero en cuestión, que coincide con la aparición de las arcillas verde azuladas de la Formación Paraná. Las perforaciones provenientes de la Facultad de Ciencias Astronómicas y Geofísicas (FCAG), suelen estar integradas por parámetros geofísicos, rescatándose como información de interés la “profundidad y espesor del Puelche”. Las realizadas en la zona del Puerto La Plata y la destilería YPF, al igual que las de AGUANOR, están acompañadas por un diseño constructivo y perfil litológico. Ello permitió interpretar las variaciones litológicas y así definir los pases formacionales entre los Sedimentos Pampeanos, la Formación Puelches y la Formación Paraná, y de esta manera conocer la profundidad del techo y piso del Puelche y en consecuencia su espesor; el piso del Pampeano y espesor del acuitardo.

Para visualizar las diferencias en la descripción de las perforaciones, se presenta una perforación antigua (Obras Sanitarias de 1949) ubicada en 4 y 66 y otra reciente (AGUANOR de 2003) ubicada en 6 y 37 donde se describen los siguientes perfiles de base a techo (Figura 3). Se evidencia el distinto grado de detalle con el que fueron

interpretados, predominando descripciones sencillas y generales en el más antiguo, y más complejas y detalladas en el más reciente.

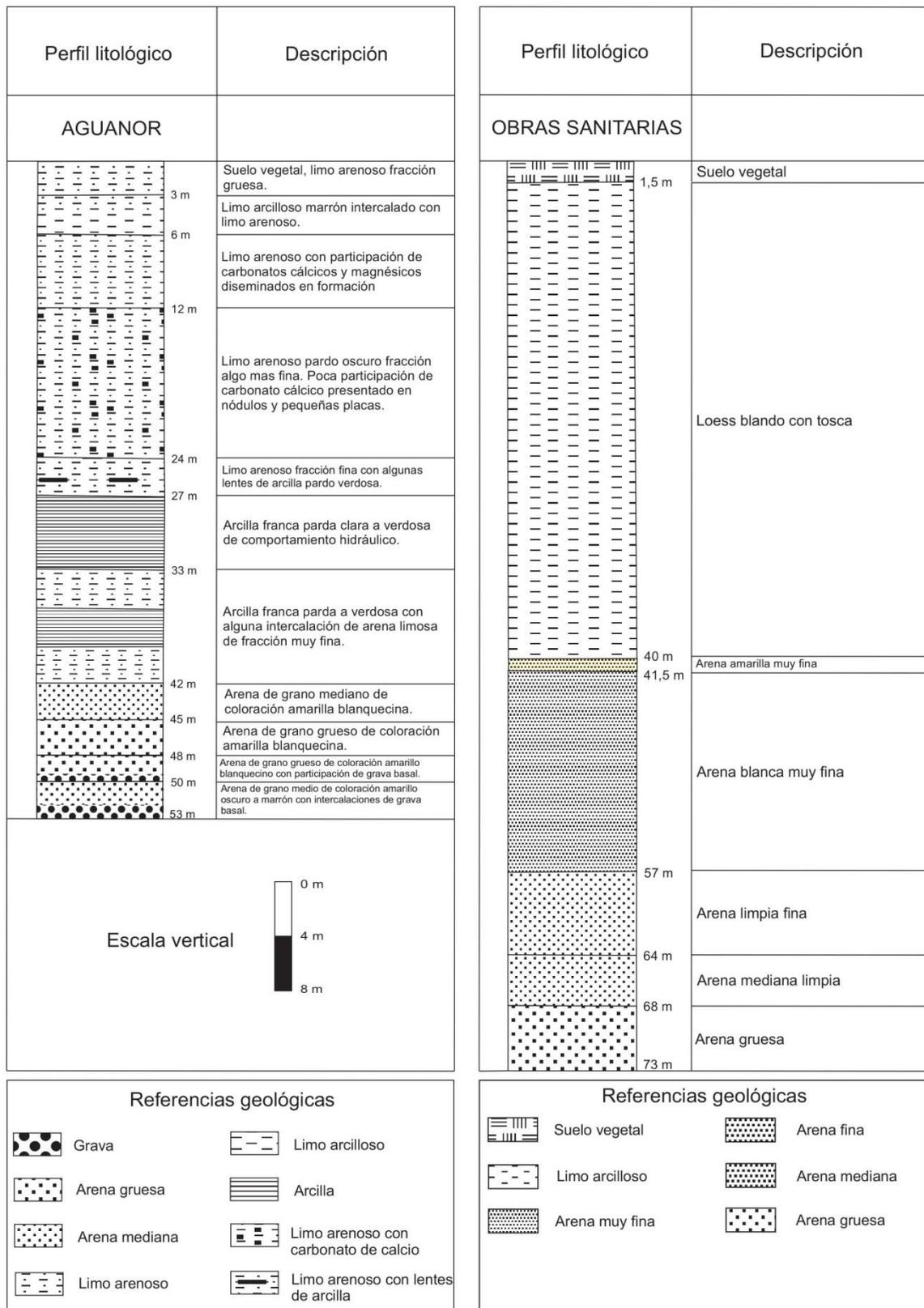


Figura 3. Perforación Aguanor de 2003 y Obras Sanitarias de 1949.

3.4. Elaboración de una base de datos:

Una vez completado el análisis de los perfiles de perforación, el siguiente paso fue registrar la información de interés en una base de datos, para lo cual se empleó la herramienta informática Excel 2010. De esta manera se elaboró una planilla donde se consignaron campos como número de pozo, zona, año de perforación, profundidad techo Puelche, profundidad piso Puelche, espesor Puelche, profundidad piso Pampeano, espesor acuitardo, nivel estático (NE) y dinámico (ND) y observaciones.

Del total de 384 perforaciones, 69 no cumplían los requisitos necesarios para ser incorporados a la base de datos por carecer de información suficiente (pozos sin información del techo o piso del Puelche) o ser incongruente, ya que presentaba valores de “techo Puelche” a menores profundidades que los valores de “piso Pampeano”, o viceversa. De este modo se obtuvo una primera base de datos con 315 perforaciones (Anexo A, Tabla A.2).

Posteriormente, las perforaciones fueron ubicadas espacialmente por medio de Google Earth. Esta tarea consistió en volcar al programa las ubicaciones de cada pozo en una imagen satelital del área de estudio (Figura 4), en la cual no pudieron ser localizadas diez perforaciones debido a la existencia de direcciones repetidas (pozos “gemelos” con información prácticamente idéntica) o mal consignadas.

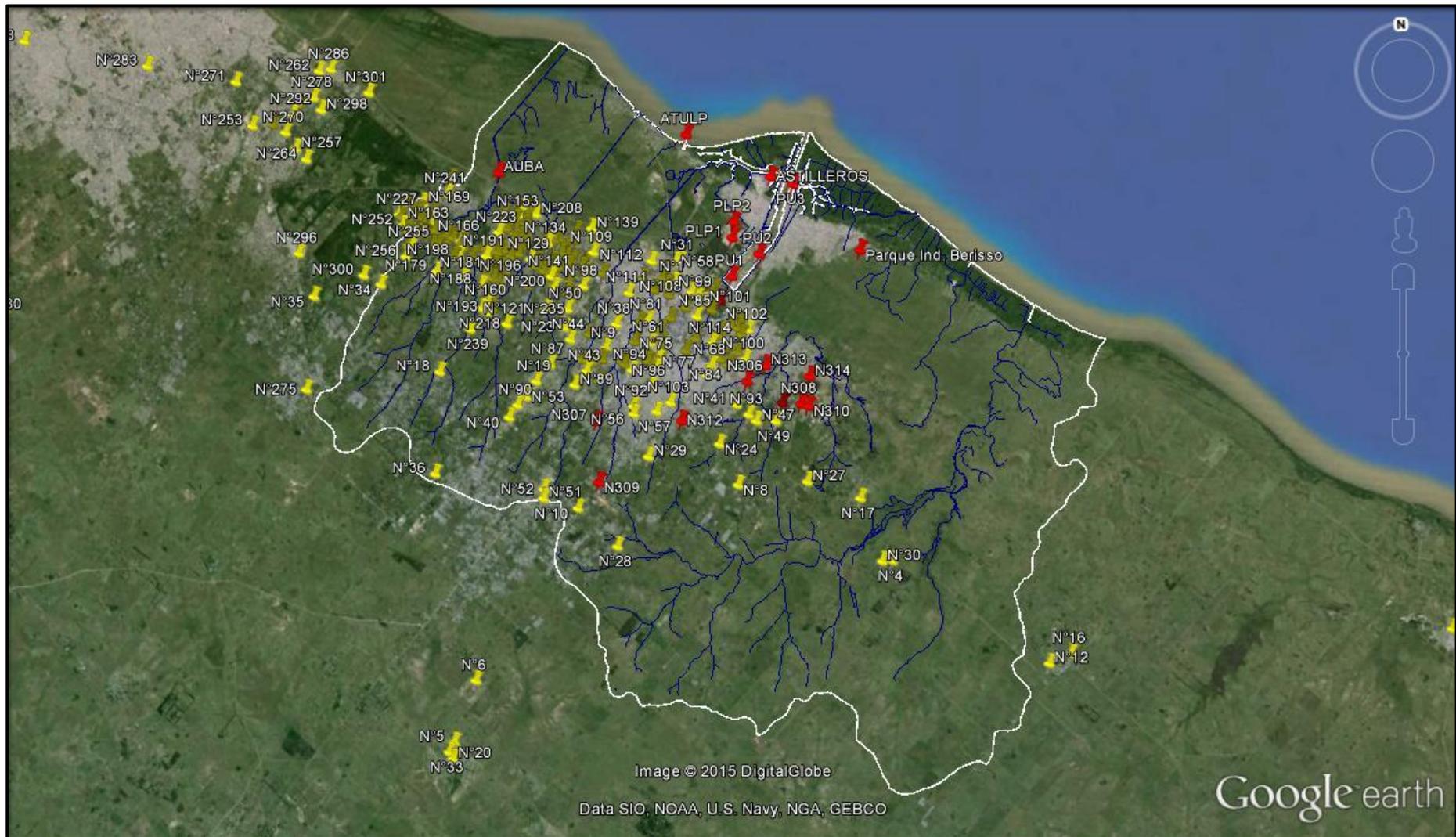


Figura 4. Ubicación de perforaciones con Google Earth. En rojo nuevas perforaciones aportadas durante 2015.

3.5 Integración en un sistema SIG:

Los datos obtenidos a partir de las diferentes fuentes de información junto con los generados en este trabajo fueron integrados en un SIG para establecer relaciones de forma específica, lo que posibilitó a su vez obtener nuevos resultados.

Los SIG son ampliamente utilizados en la actualidad para la mayoría de los proyectos abordados desde distintas disciplinas, si bien es una herramienta que alcanza gran difusión a partir de la década de los '90. Una de las definiciones más aceptadas corresponde al Centro Nacional de Información Geográfica y Análisis de EEUU (1990): sistema de hardware, software y procedimientos elaborados para facilitar la obtención, gestión, manipulación, análisis, modelado, representación y salida de datos espacialmente referenciados, para resolver problemas complejos de planificación y gestión (Bosque Sendra, 1997).

Para poder editar y visualizar la información geográfica que constituyó la base de datos (305 perforaciones) en un SIG se trabajó con el software ArcGis, el cual está integrado por tres herramientas esenciales: ArcMap, ArcCatalog y ArcToolbox.

ArcMap permite la entrada de datos, visualización, búsquedas estadísticas y geográficas, generación y salida de información y mapas, constituyendo el principal componente de trabajo del programa. ArcCatalog es el instrumento que permite administrar los archivos que conforman la base de datos, de aspecto muy similar al Explorador de Windows y permite crear, previsualizar y manejar los archivos, como así también editar propiedades que no son posibles de modificar desde ArcMap. Con la herramienta ArcToolbox se pueden realizar operaciones avanzadas de edición y manejo de datos. Facilita el geoprocésamiento de datos que incluye tareas de combinar capas de información.

Los SIG utilizan dos tipos de modelos de datos para representar el mundo real: vectorial (puntos, líneas y polígonos) y raster (información formada por píxeles o celdas). Los archivos vectoriales están siempre asociados a una base de datos. Para poder integrar en un SIG los datos cargados en una planilla Excel, es fundamental que todas las capas de información, ya sean vectores o raster, estén georreferenciadas y que posean el mismo sistema de coordenadas, el cual consta de dos parámetros: el Datum y el sistema de proyección.

El Datum define el elipsoide que representa a la Tierra y el punto en que será tangente a ella. Los más utilizados en Argentina son Campo Inchauspe '69, que es el que antiguamente utilizaba el Instituto Geográfico Militar (IGM) y por lo tanto muchos

mapas antiguos lo utilizan; y el WGS '84, que es el nuevo Datum utilizado por el IGM. En 2009, el Instituto Geográfico Nacional (IGN) estableció para el país el marco de referencia llamado POSGAR07, que es un sistema geométrico en el que se definen latitud, longitud y altura elipsoidal y mantiene la referencia para las cotas, cuyo cero se encuentra referido al Mareógrafo de Mar del Plata, y materializado en un monumento denominado PARN (Punto Altimétrico de Referencia Nacional) ubicado en Tandil (Kruse *et al.*, 2014). Por otro lado, el sistema de proyección cartográfica surge de la imposibilidad de representar una esfera sobre un plano; las más comunes en Argentina son: Gauss Krüger y Universal Transversal Mercator (UTM).

En esta etapa del trabajo se incorporaron los datos de la tabla Excel al SIG, a la cual se le agregaron campos de información como niveles del techo y piso del Acuífero Puelche, referidos a los 0 m s.n.m. (para comprender la disposición morfológica del acuífero) y cotas topográficas. Estas últimas fueron extraídas de un DEM (Digital Elevation Model), que se adquirió a partir del elaborado por diferentes proyectos en la Catedra de Hidrología General (Kruse *et al.*, 2014).

Paralelamente se incorporaron nuevos puntos en los límites más distales de las cuencas, se agregaron los correspondientes a los distintos proyectos hidrogeológicos y se quitaron otros debido a que en determinadas regiones (principalmente City Bell y Villa Elisa) se observó una concentración elevada de datos con valores muy similares, estando las perforaciones separadas en algunos casos por tan sólo 100 o 200 m. Con todo esto, la versión final de la base de datos contiene 252 perforaciones (Anexo A, Tabla A.3).

Una vez georreferenciada la información del servidor de imágenes (Google Earth), fue necesario obtener un shapefile (grafico vectorial) de alguna variable en particular. En primer lugar se elaboró un shape de puntos de la base inicial de datos (305 perforaciones). Posteriormente se descartaron aquellas perforaciones ubicadas fuera límite de la cuenca hídrica y se hizo uno de puntos de los pozos situados dentro de la misma (Figura 5). Finalmente, una vez transformados los datos de profundidades a niveles referidos a los 0 m s.n.m se determinaron shapes del techo y piso del Acuífero Puelche (Figura 6), espesor Acuífero Puelche (Figura 7), espesor acuitardo (Figura 8) y espesor Pampeano+Post-pampeano (Figura 9), para generar mapas mediante los distintos algoritmos de interpolación que ofrece el programa, como ser: Spatial Analyst Tools, donde se usaron las funciones "Contour" que crea distintos intervalos de curvas (isolineas) a partir de una superficie raster, y la "interpolación por Vecinos Naturales". Sin embargo estas pruebas no arrojaron resultados favorables debido a que la distribución de las perforaciones resultó ser muy heterogénea, lo que llevó a un

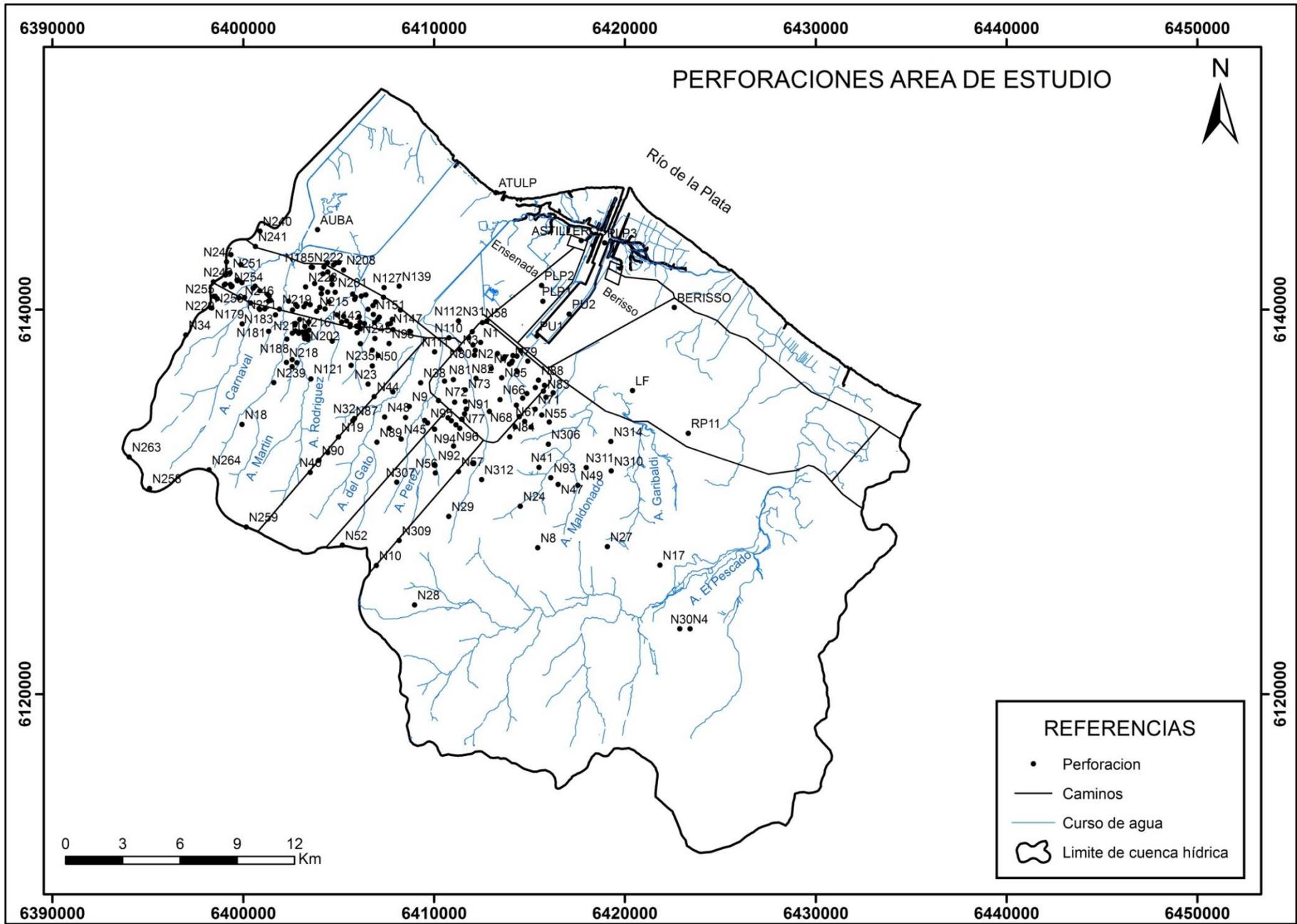
elevado número de curvas cerradas. Por este motivo se optó por hacer una salida analógica de los mapas y posteriormente digitalizar las curvas.

A partir de lo anteriormente expresado, se elaboraron mapas de la base, techo y espesor de la unidad acuífera, como así también mapas isopáquicos del acuitardo y Sedimentos Pampeanos+Post-pampeanos. Es importante destacar que a partir de una imagen satelital del área de estudio, se emplearon las herramientas de realce de imágenes para modificar el contraste, brillo y transparencia a fin de obtener una salida apropiada de los mapas y de fácil lectura.

En esta etapa cada uno de los shapes de puntos a partir de los cuales se elaboraron dichos mapas, sufrieron una reducción en el contenido de datos, es así como los shapes nivel techo Puelche, nivel piso Puelche y espesor Pampeano constan de 176 puntos cada uno; el shape espesor acuitardo consta de 187 puntos y finalmente el shapefile espesor Puelche consta de 204 puntos. Esto demuestra que la versión final de la base de datos está integrada por información flexible que se puede modificar quitando perforaciones de acuerdo a las necesidades requeridas para cada capa de información tratada.

3.6 Análisis de resultados e interpretación:

Los resultados obtenidos incluyeron la revisión y evaluación de las características geométricas, geológicas e hidrogeológicas de la unidad acuífera, a partir de la confección de perfiles geológicos y los mapas anteriormente mencionados. Se realizó una valoración de las variaciones faciales y su significado en la evaluación del recurso hídrico subterráneo. Además se formuló un modelo conceptual del comportamiento hidrogeológico, donde se incorporaron los datos y la interpretación realizada. Finalmente se confeccionó el informe final del trabajo de licenciatura.



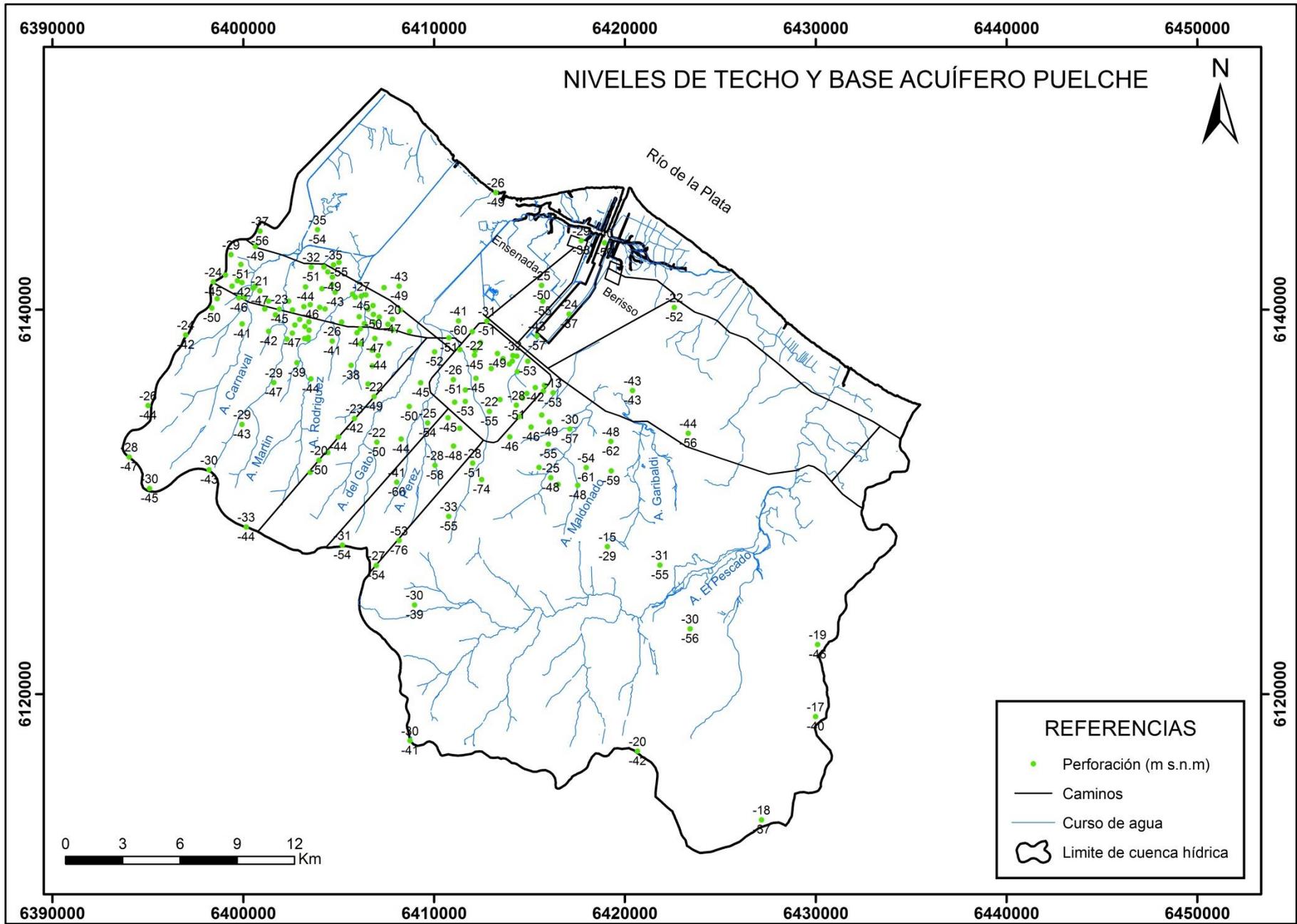


Figura 6. Ubicación de los niveles de techo y base del Acuífero Puelche.

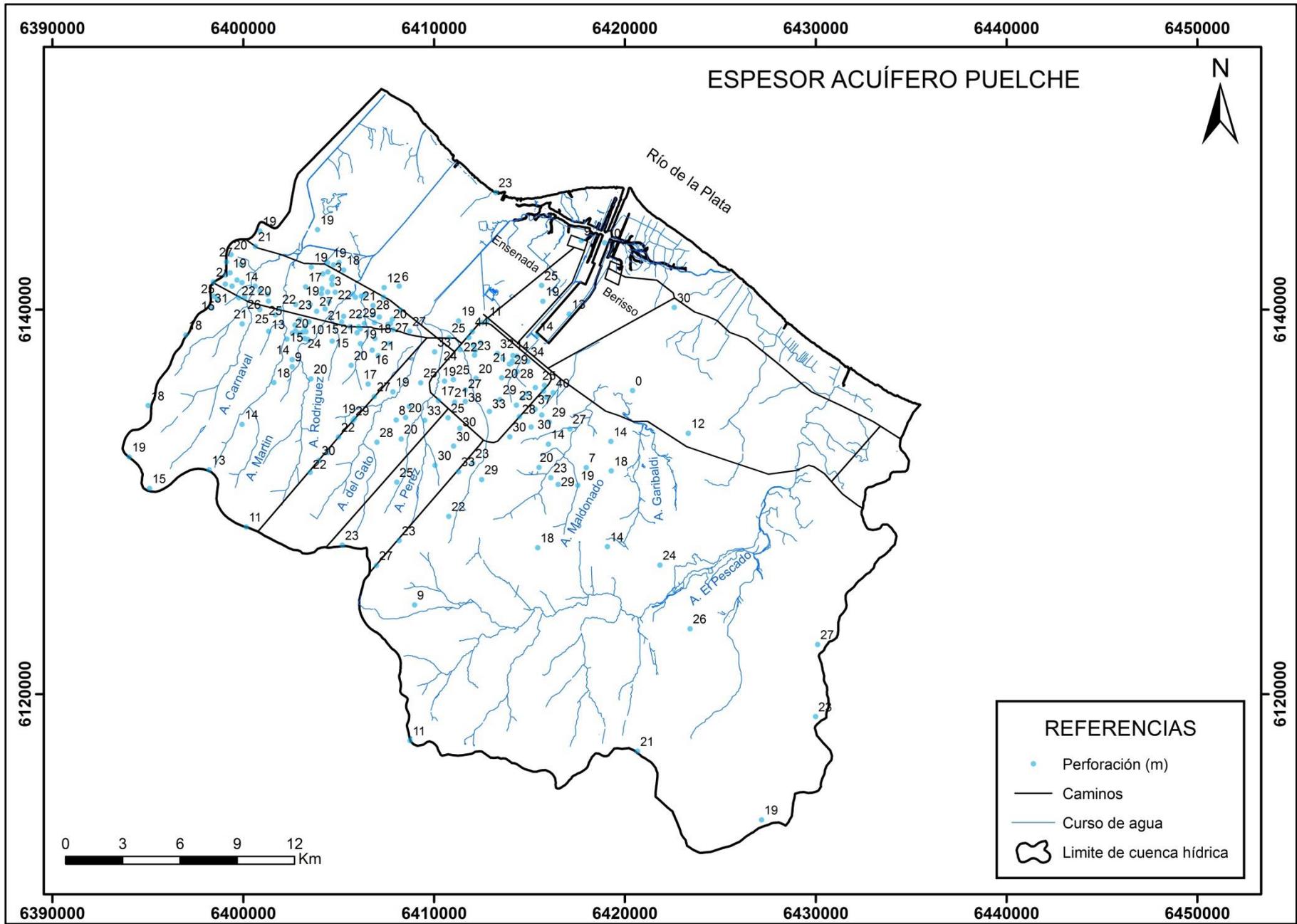


Figura 7. Mapa de puntos del espesor Acuífero Puelche.

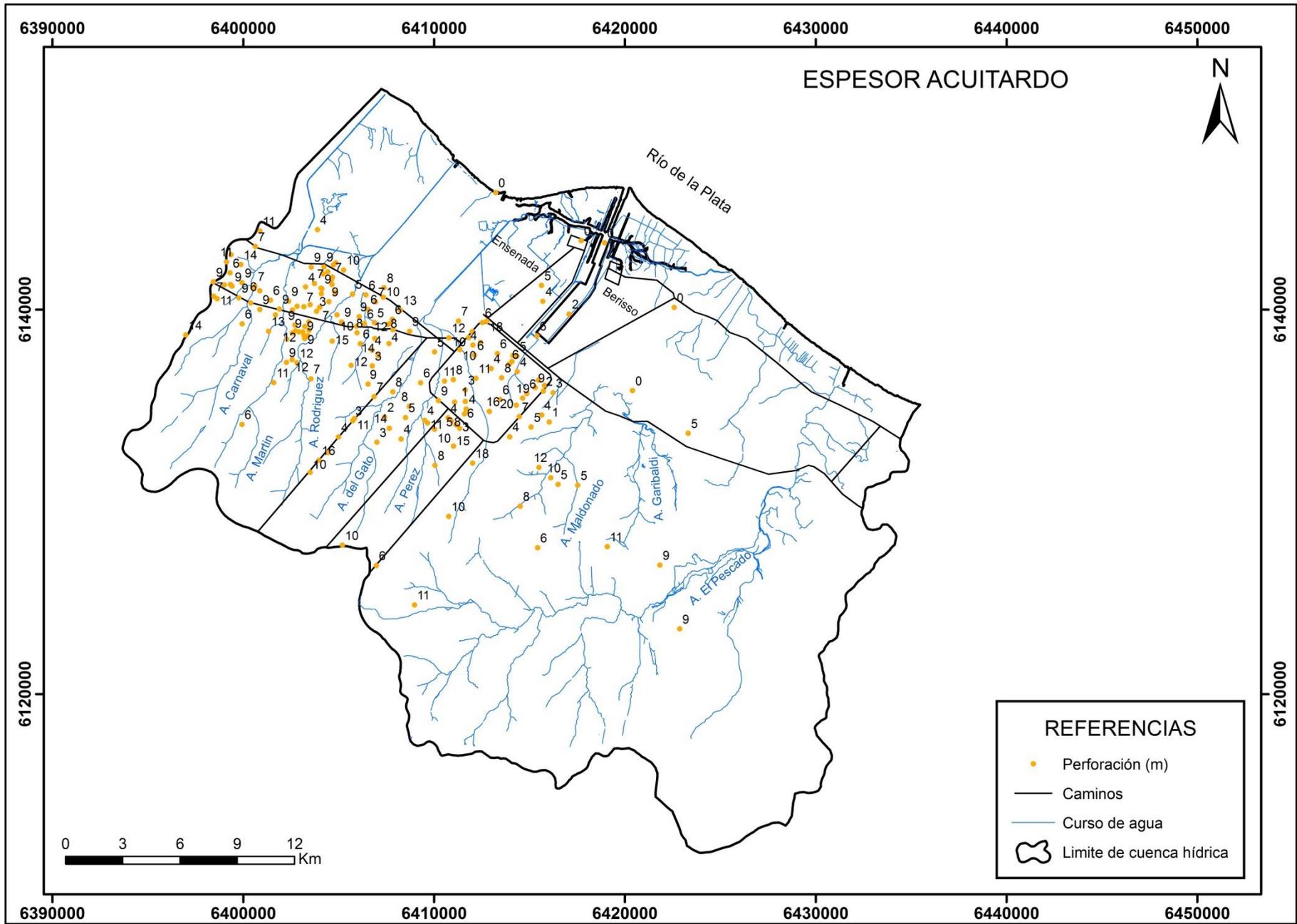


Figura 8. Mapa de puntos del espesor acuitardo.

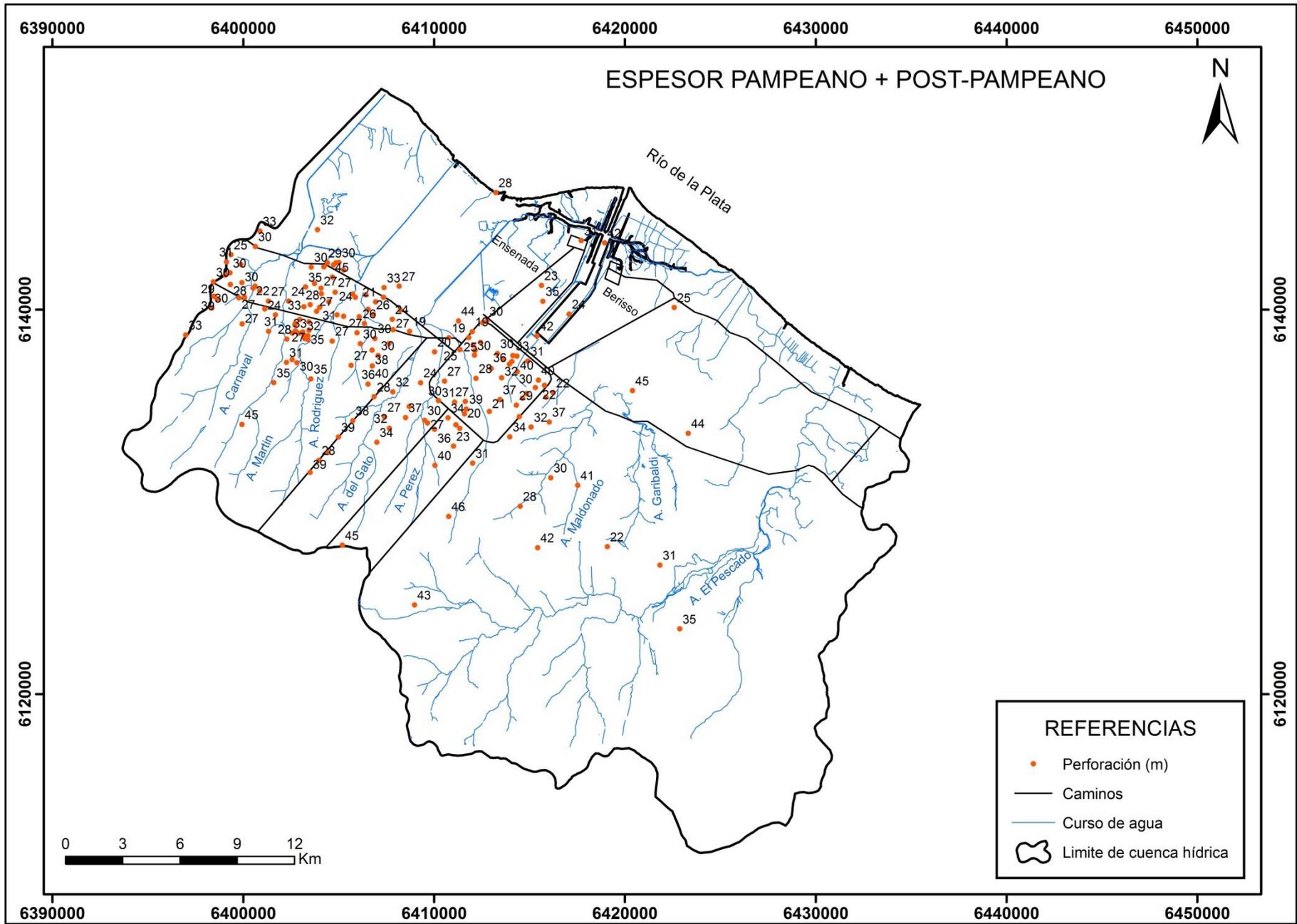


Figura 9. Mapa de puntos del espesor Sedimentos Pampeanos+Post-pampeanos.

4. GEOLOGÍA E HIDROGEOLOGÍA REGIONAL

La bibliografía generada hasta mediados del siglo XX muestra un predominio de trabajos que tratan de situar y caracterizar estratigráfica y geológicamente a las arenas de la Formación Puelches. Es frecuente que en esos trabajos se realice alguna referencia acerca de la importancia acuífera de la unidad, especialmente para el abastecimiento de agua en el noreste de la provincia de Buenos Aires. A partir de la década del '60 se inician relevamientos sistemáticos con fines hidrogeológicos y son éstos los que presentan una mayor aplicación en relación con las condiciones hidrodinámicas e hidroquímicas a los efectos prácticos. Por dichos motivos se diferencian a continuación los principales aportes de las características geológicas e hidrogeológicas que en uno y otro sentido resultan relevantes.

Debe señalarse que en la llanura se reconoce una monotonía geológica superficial debido a la escasez de afloramientos y todos los análisis e interpretaciones hidrogeológicas deben realizarse a partir de los registros de perforaciones.

4.1 Características geológicas:

La primera información conocida de la Formación Puelches es de 1863, fecha en que Burmeister (1863) menciona una "capa de arena acuífera...". Ameghino (1881) la designa con el nombre de Formación Sub-pampeana, la cual se encuentra debajo de la Formación Pampeana y Doering (1882) la denomina "piso Puelches" haciendo referencia a una capa subterránea hallada en la localidad homónima, ubicada al sur de la provincia de La Pampa.

Aguirre (1883) afirma que "la Formación Pampeana del estuario del Plata descansa sobre una capa de arena muy delgada con un espesor aproximado de 30 m que a su vez reposa sobre las capas del Terciario patagónico, caracterizado por arcillas verdosas del Paraná". Continúa diciendo que "las arenas muestran un origen de dunas o por lo menos aluvional, pues los restos de moluscos no se hallan enteros...". Este autor considera que las arenas se habrían originado en un ambiente desértico. Sin embargo existían opiniones divididas sobre el posible ambiente de sedimentación: desde un antiguo cauce del Río Paraná entre Rosario y La Plata, tal como lo postula Roth en 1888 de acuerdo a la cita de Castellanos (1928) hasta un origen fluvio-glacial producto de un ambiente de depositación frío y húmedo. Este último autor menciona que Ameghino realiza varias publicaciones donde sostiene el origen fluvial de las arenas y nombra cuatro formaciones, que de base a techo son: Guaranítica,

Entrerriana, Araucana (=piso Puelchense) formada por capas de arena cuarzosa muy acuífera y Pampeana.

Castellanos (1928) luego de realizar una reseña histórica de la época y describir las posiciones de los distintos autores sobre el origen de los sedimentos en cuestión, describe al “Puelchense” como un piso relativamente desconocido, ya que carecía de una abundante fauna y sólo se tenía conocimiento por medio de perforaciones, el cual, de acuerdo a su entender era de origen fluvial, depositado en una época en que terminaba la Formación Araucana y empezaba la Pampeana, es decir, finales del Plioceno Medio y comienzos del superior.

Entre los autores que han hecho referencia con posterioridad a esta formación se encuentran: Frenguelli (1950), Groeber (1945 y 1961), González Bonorino (1962 y 1965) y Andreis (1969).

Groeber (1945) pone de relieve la importancia del conocimiento hidrológico de la zona norte de la provincia de Buenos Aires. Describe a las “Arenas Puelches” como así también las unidades que están por debajo (“El Rojo” y “El Verde”) y por encima (Sedimentos Pampeanos y Post-pampeanos). Las arenas de Entre Ríos, araucanas o Puelches, de edad Pliocena están integradas por arena cuarzosa carente de cemento, de coloración blanca y a veces ferruginosa. Estas psamitas corresponden a un gran sistema fluvial cuyos espesores están en el orden de 25 a 100 m, promediando 35 a 40 m. Los depósitos sedimentarios correspondientes a “El Rojo” están integrados por areniscas y arcillas rojo moradas y pardas de origen continental, preferentemente lagunar, del Terciario Superior (Mioceno). La sección superior, está formada por arcillas de color verde oliva de origen netamente marinas conocidas como “El Verde”. Casi en todas partes el Pampeano cubre a las Arenas Puelches y está compuesto por vidrio volcánico, frecuentes nódulos de tosca y limo o arcilla limosa en su sección inferior, que sirve de techo impermeable a las “arenas de Entre Ríos”.

El mismo autor sostiene que, estructuralmente, todos los sedimentos carecen de plegamiento o se encuentran en posición sub-horizontal, en consecuencia sólo se desarrollan fracturas o fallas que producen una división en bloques del subsuelo. Por este motivo se observa que el basamento cristalino se halla a diferentes profundidades: Olivos a 250 m, La Plata a 446 m, Monte Veloz a 700 m y Mar Chiquita a 4000 m (Groeber, 1945). El desmembramiento en bloques ocurrió durante la formación de la cuenca de sedimentación mesopotámica, y se hizo más notable cuando el mar mesopotámico se retiró debido a los movimientos ascendentes del Mioceno y Plioceno.

Frenguelli (1950) divide a la Llanura Pampeana en tres zonas longitudinales subparalelas: deprimida o central, alta u occidental y baja u oriental. Esta última, a su vez se subdivide en terrenos profundos y superficiales, la cual forma parte de la región de estudio del presente trabajo. Los terrenos superficiales corresponden a las series geológica Entrerriana y Pampeana. El autor hace observaciones acerca de la extensión y descripciones macroscópicas de dichos sedimentos: en el caso de la provincia de Corrientes se describen tres formaciones arenosas que de base a techo corresponden a los pisos Mesopotamiense, Araucanense y Puelchense de Doering. El Puelchense es descrito como una formación de posible origen desértico, sin estratificación clara y sin fósiles; se trata de arenas de color gris claro y grano finísimo (Frenguelli, 1950). En algunos sectores presenta en su base sedimentos arcillosos y limosos, gris verduzcos. La situación es diferente en la provincia de Buenos Aires, ya que allí los sedimentos de la series geológica Entrerriana, están mejor representados por las "Arenas Puelches" las cuales están comprendidas entre las arcillas del Paranense (Formación Paraná) y la Formación loessica del Pampeano y sólo afloran en escasos lugares, como la margen izquierda del Río Paraná.

Groeber (1961) estudia la estratigrafía del delta del Río Paraná, en especial las características de una formación que describe como "unas arenas claras ferruginosas del Puelchense". Las considera como el horizonte acuífero por excelencia del Noreste de la provincia de Buenos Aires, con espesores entre 7 y 95 m. Autores como González Bonorino (1962 y 1965) y Andreis (1969) realizan contribuciones al conocimiento mineralógico de las psamitas.

Santa Cruz (1970) describe las características texturales y mineralógicas de la Formación Puelches, en un área de 20.000 km² del NNE de la provincia de Buenos Aires. Además realiza un estudio para diferenciar entre arenas de playa y arenas fluviales arribando a la conclusión de que el origen de la Formación Puelches responde a un sistema de canales fluviales no muy profundos. Dichos canales dieron lugar a un manto arenoso que se espesa hacia el sector oriental y adquiere la forma de una lente biconvexa, que posiblemente correspondería a un cuerpo cordoniforme.

Parte de este trabajo consiste en la descripción de la forma de los cuerpos sedimentarios y sus variaciones litológicas, confeccionándose un mapa isopáquico de la Formación Puelches cuyo espesor promedio es de 26 m. Los resultados de la mineralogía permiten destacar: altos porcentajes de cuarzo, que indican un grado de madurez elevado en las sedimentitas. Las psamitas están mayormente integradas por minerales estables como el cuarzo (90% del total de minerales) y proporciones reducidas de minerales metaestables como el feldespato (entre 3% y 6% de los

minerales livianos) y fragmentos líticos (limonitas cuarzosas y arcilitas de coloración castaño rojizas) como minerales inestables.

En cuanto a la procedencia de las sedimentitas, estas derivarían de la meteorización del basamento cristalino brasilero. Inicialmente se creía que provenían del basamento de las sierras cordobesas, sin embargo en el basamento cristalino de la sierra Chica de Córdoba y en las formaciones sedimentarias cretácicas y pleistocenas, las rocas carecen de estauroлита y cianita como minerales pesados, los cuales son muy frecuentes en las Arenas Puelches, mientras que la apatita es abundante en las sierras de Córdoba, a diferencia de la región de estudio donde no lo es.

Santa Cruz *et al.* (1997) sostienen que la Formación Puelches tiene su origen por el retiro del mar paraniense, generando de esta manera condiciones apropiadas para la formación de un gran sistema fluvial sobre los depósitos dejados por este mar. A medida que se producía la regresión marina, iban avanzando extensos canales de gran profundidad, que transportaban y depositaban sedimentos que se interdigitaron lateralmente. Además existen lugares donde la secuencia está integrada casi en su totalidad por material pelítico. Estos sedimentos se corresponden con los descritos como Formación Ituzaingó en las provincias de Entre Ríos y Corrientes.

4.2 Características hidrogeológicas:

Si bien existe bibliografía acerca de las características de las aguas subterráneas, entre otros, Sttappenbeck (1926), Artaza (1943), Groeber (1945), el primer estudio hidrogeológico sistemático de carácter regional se refiere a EASNE (1972). Este estudio ha concretado aportes y un diagnóstico del Acuífero Puelche, subdividiendo el Noreste de la provincia de Buenos Aires en varias cuencas hidrográficas. La sistematización hidrogeológica definida por EASNE (1972) incluye a la Formación Puelches formando parte de un acuífero multiunitario, integrado por los Subacuíferos: “epipuelche”, “puelche” e “hipopuelche”.

El subacuífero “epipuelche” localizado en los Sedimentos Pampeanos y Post-pampeanos, se presenta como un nivel continuo con diferencias de permeabilidad entre los sedimentos. Está compuesto principalmente por un limo loessoide, con intercalaciones arenosas y lentes de tosca, que por lo general no posee estratificación.

El subacuífero “puelche” es la unidad de mayor explotación de agua subterránea y está integrado por material arenoso de coloraciones claras, de grano mediano a fino, con algunas intercalaciones de grava basal.

El subacuífero “hipopuelche” se desarrolla por encima del basamento ígneo-metamórfico. Comienza con un conjunto de sedimentos rojizos conocidos como “El Rojo” compuesto por arcillas y areniscas rojas con altos porcentajes de yeso. En su parte superior se encuentran areniscas y arcillas grises a verdosas. Continúa con “El Verde”, que está representado por arcillas grises, azuladas y verdosas, intercaladas con algunos niveles de arenas acuíferas.

De acuerdo a este esquema planteado por varios investigadores a partir del trabajo de EASNE (1972) para el sector noreste de la provincia de Buenos Aires (Cuadro 1), se pueden resumir algunas de las características litológicas de estas unidades hidrogeológicas de la siguiente manera:

Geología	Características	Sección hidrogeológica	Comportamiento acuífero
POST-PAMPEANO	Limo arenoso-arcilloso loessoide, color verde grisáceo.	EPIPUELCHÉ	Freático
PAMPEANO	Manto de loess uniforme de grano fino y homogéneo, color pardo rojizo. Limos arenosos, rojos pardos y verdosos con escasos restos fósiles.		Acuífero
	Arcilla gris verdosa.		Acuitardo
FORMACIÓN PUELCHES	Arenas finas y medias con intercalaciones de arcillas y limos. Secuencia granodecreciente de arenas medianas que intercala niveles gravosos en la sección inferior. Pardo amarillentas.	PUELCHÉ	Acuífero Semiconfinado
FORMACIÓN PARANÁ	Arcillas gris azuladas y verdosas. Niveles inferiores arenosos finos y medianos, con fósiles marinos.	HIPOPUELCHÉ	Acuífero (sec. superior)
FORMACIÓN OLIVOS	Arcillas y areniscas rojas con estratos yesiformes y carbonato de calcio. Arenas medianas.		Acuífero (sec. inferior)
BASAMENTO	Rocas ígneas metamórficas		Acuífugo

Cuadro 1. Litología y unidades hidrogeológicas.

Posteriormente con la finalidad de generalizar la sistematización hidrogeológica a nivel provincial, Sala (1975) y Hernández *et al.* (1975) proponen los términos hidrogeológicos: “Sección Hipoparaniana”, “Sección Parariana” y “Sección Epiparaniana”, tomando como referencia la sección parariana por su importancia hidrológica, uniformidad relativa y desarrollo areal.

En este caso la Formación Puelches está incluida en la “Sección epiparaniana”, la cual adquiere importancia hidrológica por su relación con los procesos hidrometeorológicos y con las aguas superficiales. Se trata de un paquete sedimentario que abarca desde el inicio del Plioceno al presente. En la base de esta sección, las Arenas Puelches forman un manto de arenas micáceas, de granulometría mediana a fina con intercalaciones de gravillas. Se le superpone material pelítico, limo loesoide, con abundante contenido de vidrio volcánico y en menor medida carbonatos pulverulentos e intercalaciones de tosca (Pampeano), lo que le otorga un comportamiento acuífero de baja permeabilidad con intercalaciones de lentes de sedimentos menos permeables.

La “Sección parariana” corresponde a una secuencia sedimentaria depositada por la ingesión del mar parariano. Formada por potentes bancos de arcilla de coloración verde-azulada con abundante yeso y anhidrita e intercalaciones de arenas.

La “Sección hipoparaniana” se desarrolla en las cuencas sedimentarias de Laboulaye, Rosario, Macachín, Colorado y Salado y representa una sucesión sedimentaria de origen continental formada por areniscas y arcillas rojas con yeso y anhidrita. La porción inferior, Mesozoica, está formada por rocas de baja permeabilidad debido a la presión litostática que soportan. La porción media, del Terciario Inferior, de litología similar a la anterior pero un poco más permeable aloja algunos sectores productivos. Por último, la porción superior, del Mioceno Inferior, denominada “El Rojo”, está integrada por areniscas arcillosas de color rojizo, de grano medio a fino, con intercalaciones de arcilla roja y niveles de rodados, grava, gravilla y arenas.

La nomenclatura descripta es adoptada indistintamente por autores de diferentes trabajos que analizan la problemática hidrogeológica de la provincia de Buenos Aires o de la región Noreste.

Auge y Hernández (1983) destacan la predominancia de sedimentos arenosos finos y medianos por sobre gruesos y la escasa deformación tectónica en el Acuífero semiconfinado Puelche. Auge *et al.* (2002) realizan mapas isopáquicos, donde se observan valores de espesores entre 20 y 30 m en la ribera del Río de la Plata y más

de 60 m de potencia al sur del Río Salado, el cual actúa como límite de las Arenas Puelches con las arcillas pardas de la Formación Araucano. La potencia media es de 34 m. Por otro lado, el mapa de profundidad de las psamitas denota un incremento hacia el SO, en parte debido a las variaciones topográficas pero también debido al buzamiento del techo de las arenas en sentido SO.

Amato y Silva Busso (2006) indican que se produce una profundización gradual del contacto entre la Formación Puelches y el Pampeano hacia el SO, con valores de -60 m s.n.m en Las Flores, mientras que en Avellaneda se presentan los menores niveles con un valor de -15 m s.n.m; también destacan que este límite es difuso e interdigitado con los Sedimentos Pampeanos. Rojo *et al.* (2008) y Deluchi *et al.* (2010) definen la influencia hidrogeológica del límite entre el nivel Acuífero Puelche con el suprayacente. Mancino *et al.* (2013) reconocen que los sedimentos de mayor tamaño de grano constituyen una zona alargada que pasa por el centro geográfico de la ciudad de Buenos Aires. Otras zonas, con menor tamaño de grano, indican ambientes de sedimentación de menor energía con respecto a los primeros, y las zonas con intercalaciones de material pelítico representarían las planicies de inundación. La capa arcillosa que suprayace a la Formación Puelches es considerada el techo de dicha formación y presenta espesores que varían entre 0 y 13 m. La hidrogeología descrita por este autor permite verificar la geometría del subsuelo planteada por otros autores, según tres capas correspondientes a: 1- Sedimentos Pampeanos y Post-pampeanos; 2- Arcillas; y 3- arenas y arena con intercalaciones arcillosas y limosas.

5. CONDICIONES HIDROGEOLÓGICAS LOCALES

La perforación efectuada por la Dirección Provincial de Hidráulica en la Plaza de Armas de La Plata, cuya profundidad alcanzó el basamento a -497 m (Artaza, 1943) ha sido utilizada como base para la descripción de las características geológicas de la estratigrafía del subsuelo en distintos estudios realizados en la región de La Plata. De base a techo se identificaron las siguientes unidades (Cuadro 2):

Basamento cristalino (Precámbrico): corresponde a los gneis graníticos Proterozoicos, de aspecto muy similar a los aflorantes en las Sierras de Tandil e Isla Martín García, ubicándose a -497 m de profundidad. Actúa como unidad acuífuga del sistema hidrológico subterráneo, es decir, que no almacena ni transmite el agua.

Formación Olivos o “El Rojo” (Mioceno Inferior): se apoya sobre el basamento cristalino, en la base de esta unidad hay conglomerados de rodados silíceos del

material subyacente ligados por una matriz arenosa y arcillas y limos ferruginosos con intercalaciones de yeso y carbonato de calcio (-497 m y -427 m). Hacia arriba continúan arcillas limosas pardo-rojizas, que alternan con niveles de arena gruesa (-427 m a -277 m). El ambiente deposicional de esta formación es continental (eólico y fluvial).

Formación Paraná o “El Verde” (Mioceno Superior): se dispone en discordancia sobre la Formación Olivos, reconociéndose dos secciones. Una inferior, con clastos de granulometría arenosa a conglomerádica, emplazados entre 154 y 277 m. La sección superior, caracterizada por la presencia de arcillas plásticas, de tonos verdosos que se disponen entre 63 y 154 m, las cuales son cubiertas en discordancia por la Formación Puelches. Conforman una secuencia de origen marino de la ingresión del mar paranense, con abundante fauna fósil.

Formación Puelches (Plio-Pleistoceno): secuencia de arenas cuarzosas, sueltas, finas a medianas, de coloración pardo amarillenta. Presenta generalmente estratificación gradada y se tornan más limosas hacia su parte superior. El contacto con la unidad subyacente es por discordancia erosiva. Su origen es fluvial. En la perforación descripta, se ubica entre 44 y 63 m.

Sedimentos Pampeanos (Pleistoceno Medio – Superior): constituidos por los miembros inferior y superior. El miembro inferior, está integrado esencialmente por un limo arcilloso de comportamiento acuitado, por tratarse de un material que recibe, aloja y transmite el agua con cierta dificultad, lo que le otorga al Acuífero Puelche un carácter semiconfinado. El superior, está formado por un limo pardo rojizo, siendo abundantes las intercalaciones calcáreas de nódulos o estratiformes (tosca).

Pueden estar cubiertos por horizontes edáficos o los Sedimentos Post-pampeanos dependiendo de la geomorfología del lugar (Llanura Alta o Planicie Costera). El espesor de los Sedimentos Pampeanos en esta perforación alcanza 44 m de potencia, normalmente varía entre 0 y 50 m, de acuerdo a los desniveles topográficos y la posición del techo de la Formación Puelches. Estos sedimentos constituyen el acuífero libre que actúa como medio de recarga y descarga del nivel acuífero subyacente.

Sedimentos Post-pampeanos (Pleistoceno Superior – Holoceno): esta unidad está compuesta por sedimentos limo-arcillosos y arenosos de variado origen (fluvial, lacustre, eólico y marino). En la zona de estudio, sus afloramientos tienen mayor desarrollo en el ámbito de la Planicie Costera; en la Llanura Alta quedan restringidos a los valles de los arroyos.

Geología	Características	Edad	Profundidad	Origen
POST-PAMPEANO	Limo arenoso-arcilloso, color verde grisáceo.	Pleistoceno Superior - Holoceno	Variable	Marino, fluvial y lacustre
PAMPEANO	Limo arenoso, pardo rojizo con intercalaciones calcáreas de nódulos o estratiformes (tosca).	Pleistoceno Medio - Superior	0 - 44 m	Eólico y fluvial
	Limo arcilloso.			
FORMACIÓN PUELCHES	Secuencia de arenas cuarzosas, finas a medias de coloración pardo amarillenta. Presenta estratificación gradada y se tornan mas limos hacia los niveles superiores.	Plio - Pleistoceno	44 - 63 m	Fluvial
FORMACIÓN PARANÁ	Arcillas plásticas gris azuladas y verdosas. Niveles inferiores arenosos a conglomerádicos.	Mioceno Superior	63 - 277 m	Marino
FORMACIÓN OLIVOS	Arcillas limosas pardo rojizas y arena gruesa. Arcillas y limos con intercalaciones de yeso y carbonato de calcio. Conglomerado basal ligados por matriz arenosa.	Mioceno Inferior	277 - 497 m	Eólico y fluvial
BASAMENTO	Gneis graníticos.	Pre-Cámbrico	497 m	Metamórfico

Cuadro 2. Síntesis de las unidades descriptas.

Desde un punto de vista práctico, las secciones del subsuelo menos profundo (Pampeano–Post-pampeano y Formación Puelches) resultan las más conocidas ya que constituyen las unidades acuíferas actualmente en explotación. Además son las que presentan una mayor significación en relación a los aspectos ambientales y con el ciclo hidrológico actual. Estas unidades presentan una alternancia de secciones productivas separadas por sedimentos de menor permeabilidad. El Pampeano, con un espesor que puede alcanzar 50 m, se caracteriza por una transmisividad media de alrededor de 200 m²/día. Este nivel incluye a la capa freática, cuya profundidad, en condiciones naturales, varía entre 5 y 10 m. Por debajo del Pampeano se sitúa el Acuífero Puelche cuya transmisividad media es de 500 m²/día.

6. PALEOMORFOLOGÍA DEL PISO Y TECHO DEL ACUÍFERO PUELICHE

En la Figura 10 se observa la paleomorfología del piso del Acuífero Puelche. Se distingue una forma ondulada con alternancia de partes altas y bajas elongadas en una dirección NE-SO. Ello se visualiza especialmente en el área vinculada a la Llanura Alta, donde es mayor la densidad de datos. Las curvas elongadas se extienden desde los -30 m s.n.m hasta los -70 m s.n.m, siendo más frecuentes las de -50 m s.n.m, lo que le otorga cierta homogeneidad a la morfología del piso. Se observa una curva abierta de -50 m s.n.m que se extiende en forma irregular a lo largo del mapa. Además un sector alargado en dirección NE-SO, desde Lisandro Olmos y parte de Abasto hasta las proximidades de Villa Elvira. En este caso los niveles más profundos llegan hasta -76 m s.n.m, siendo englobados por la isolinia de -70 m s.n.m que a su vez está encerrada por curvas menores. De esta manera este sector adopta una morfología de cubeta alargada. Hacia el SE del sector anteriormente mencionado se observa el área menos profunda, con una curva de -40 m s.n.m englobando a la de -30 m s.n.m, que contiene a la menor profundidad de la base de las arenas, correspondiente a los -29 m s.n.m.

La Figura 11 muestra la paleomorfología del techo de la Formación Puelches reconociéndose que se sitúa entre los -20 m s.n.m y -50 m s.n.m. Las formas predominantes tienen una dirección NO-SE, paralela a la dirección actual del río. La isolinia de -20 m s.n.m se extiende paralela a la línea de costa, profundizándose progresivamente hacia el interior continental hasta los -40 m s.n.m y alcanzando los -50 m s.n.m en el sector oriental del mapa. Luego se somerizan hasta -20 m s.n.m hacia el SE del casco urbano y -10 m s.n.m hacia el NE (Villa Elvira), mientras que hacia el NO las curvas adquieren una configuración más apretada, lo que indica mayores pendientes en el relieve del techo de las arenas. Por otro lado, la divisoria de aguas superficiales que marca el límite de la región de estudio, presenta una isolinia de -30 m s.n.m que la recorre de manera sub-paralela. Entre Lisandro Olmos y Los Hornos las curvas se disponen en forma cerrada, con una profundización de hasta -54 m s.n.m. Estos valores gradualmente van disminuyendo hasta llegar a -30 m s.n.m. Finalmente la parte más occidental, comprendida por Ringuelet, Gonnet, City Bell y Villa Elisa, presenta una serie de curvas cerradas de distintas formas y dimensiones: algunas son pequeñas y circulares a sub-circulares mientras que otras son más grandes y alargadas en sentido E-O.

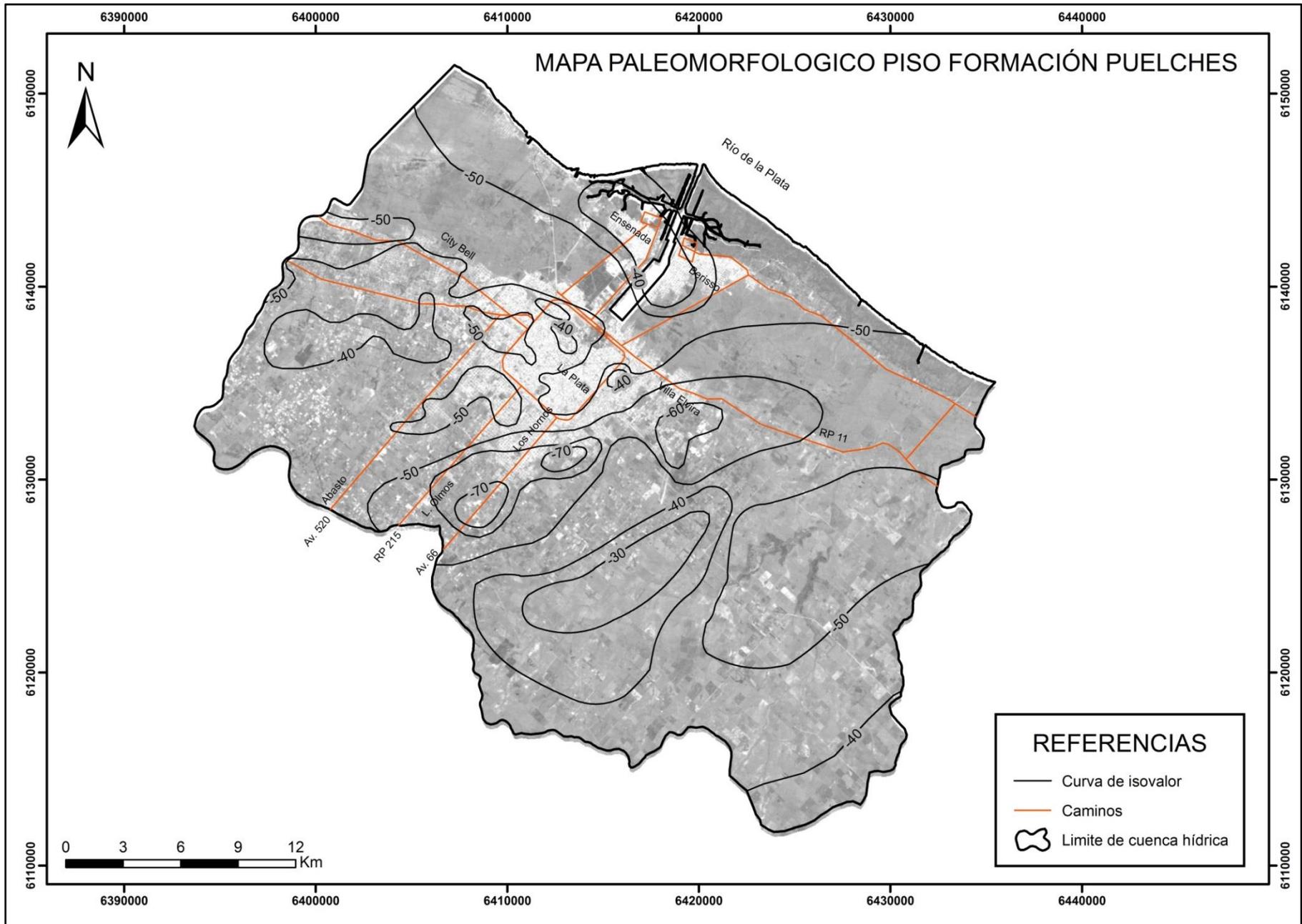


Figura 10. Mapa de cotas piso Formación Puelches.

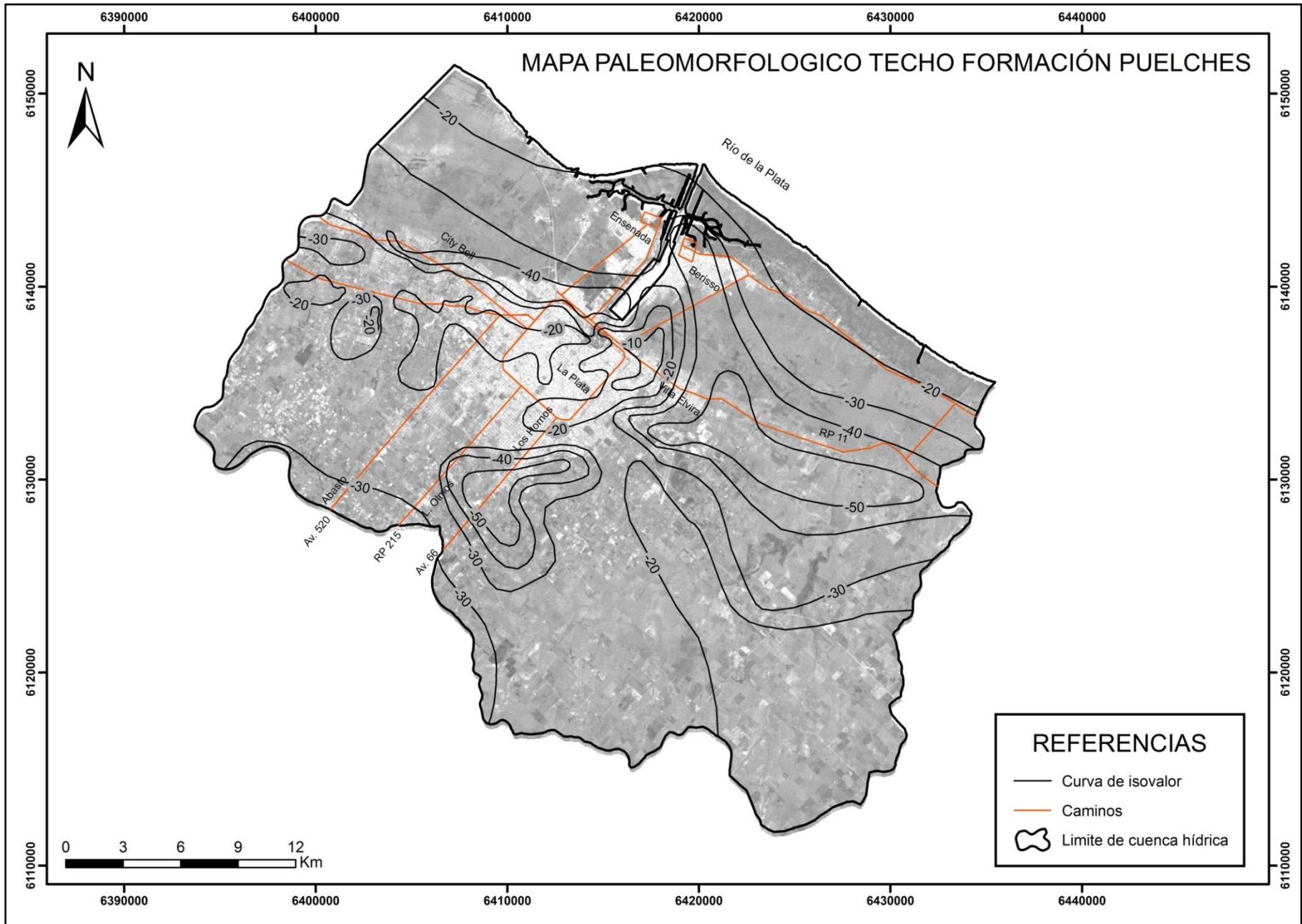


Figura 11. Mapa de cotas techo Formación Puelches.

7. VARIACIONES DE LOS ESPESORES

En la Figura 12 se puede observar el mapa isopáquico del Acuífero Puelche con espesores que van desde 0 hasta 44 m.

Es frecuente reconocer curvas isópacas cerradas de 15 y 25 m que abarcan sectores de pequeñas a medianas dimensiones (Lisandro Olmos, Abasto, Villa Elisa, City Bell y Ensenada). En consecuencia se trata de un mapa con morfologías ligeramente irregulares, con partes de mayores espesores y otras que se adelgazan. En la parte más septentrional se presentan dos grandes áreas; la primera de ellas se dispone en dirección este-oeste con curvas isópacas apretadas que van desde 15 m a 5 m en su parte más interna. Por otra parte, el sector que se encuentra más hacia el NE-E del anterior, también presenta una disminución progresiva de los espesores hacia su parte interna, pero en este caso llegan a 0 m, a la altura de la RP 11 en la localidad de Berisso. La curva isópaca de 15 m que parece cerrarse en el Río de la Plata, ingresa desde allí y se expande en la Planicie Continental.

Los mayores espesores se hayan restringidos a tres sectores aislados en la parte central del mapa, aproximadamente comprendidos dentro del casco urbano y alrededores, en forma de curvas de 35 m.

La capa limo-arcillosa, interpretada como una capa acuitarda entre el acuífero Pampeano y el Acuífero Puelche presenta espesores que van desde los 0 m hasta un máximo de 20 m (Figura 13). Los espesores van disminuyendo gradualmente desde los 10 m en el Escalón, hasta los 0 m a lo largo de una curva isópaca sub-paralela a la línea de costa con un ligero engolfamiento en el sector NE, donde se aproxima a las curvas de 5 y 10 m. Estas curvas penetran en el casco urbano de la ciudad para finalmente retomar una dirección sub-paralela a la curva de 0 m. A las márgenes este y oeste del sector engolfado se presentan dos curvas cerradas de 15 m que continúan engrosando esta especie de cuña que se desarrolla desde el interior continental hacia el Río de la Plata.

En la región central, de este a oeste se observa un incremento en los espesores desde los 5 a 20 m. Luego vuelven a disminuir hacia el oeste hasta la isópaca de 10 m, que recorre el mapa de sur a norte hasta la altura de Lisandro Olmos. Esta curva rota en sentido SE-NO culminando en el límite occidental de la cuenca a la altura de Villa Elisa. El área que queda bajo esta curva muestra una situación más compleja, puesto que se presentan varias curvas cerradas que en su mayoría no superan los 5 m de espesor, llegando eventualmente hasta 10 m, y algunas más aisladas que llegan hasta los 15 m de espesor.

En la Figura 14 se puede observar el mapa isopáquico del Acuífero Pampeano. La tendencia es encontrar los mayores espesores en la parte sur del área de estudio, con valores que llegan a 46 m. Existen dos curvas de 40 y 30 m respectivamente que se encuentran en este sector, y atraviesan toda la comarca de este a oeste, con formas un tanto irregulares. Entre la curva isópaca de 30 m y la homónima que se extiende también en sentido este-oeste pero en la parte central, se desarrollan curvas cerradas de entre 30 y 40 m con formas alargadas y circulares y una curva de 20 m. Por último en el sector norte del mapa se observan dos grandes curvas cerradas y una restante abierta que se extendería en el río, cuyos espesores, van desde los 30 a 40 m.

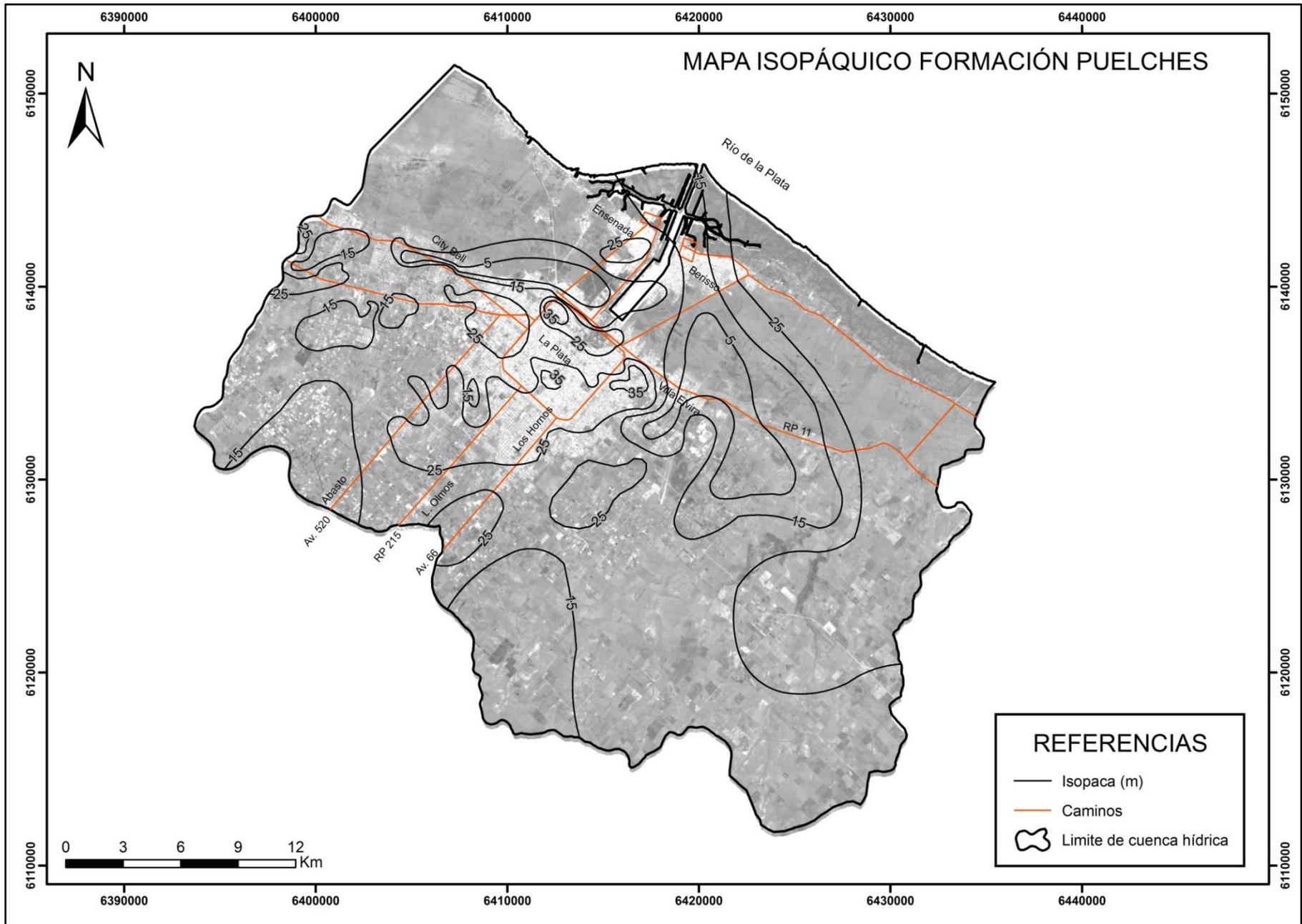


Figura 12. Mapa isopáquico Puelche.

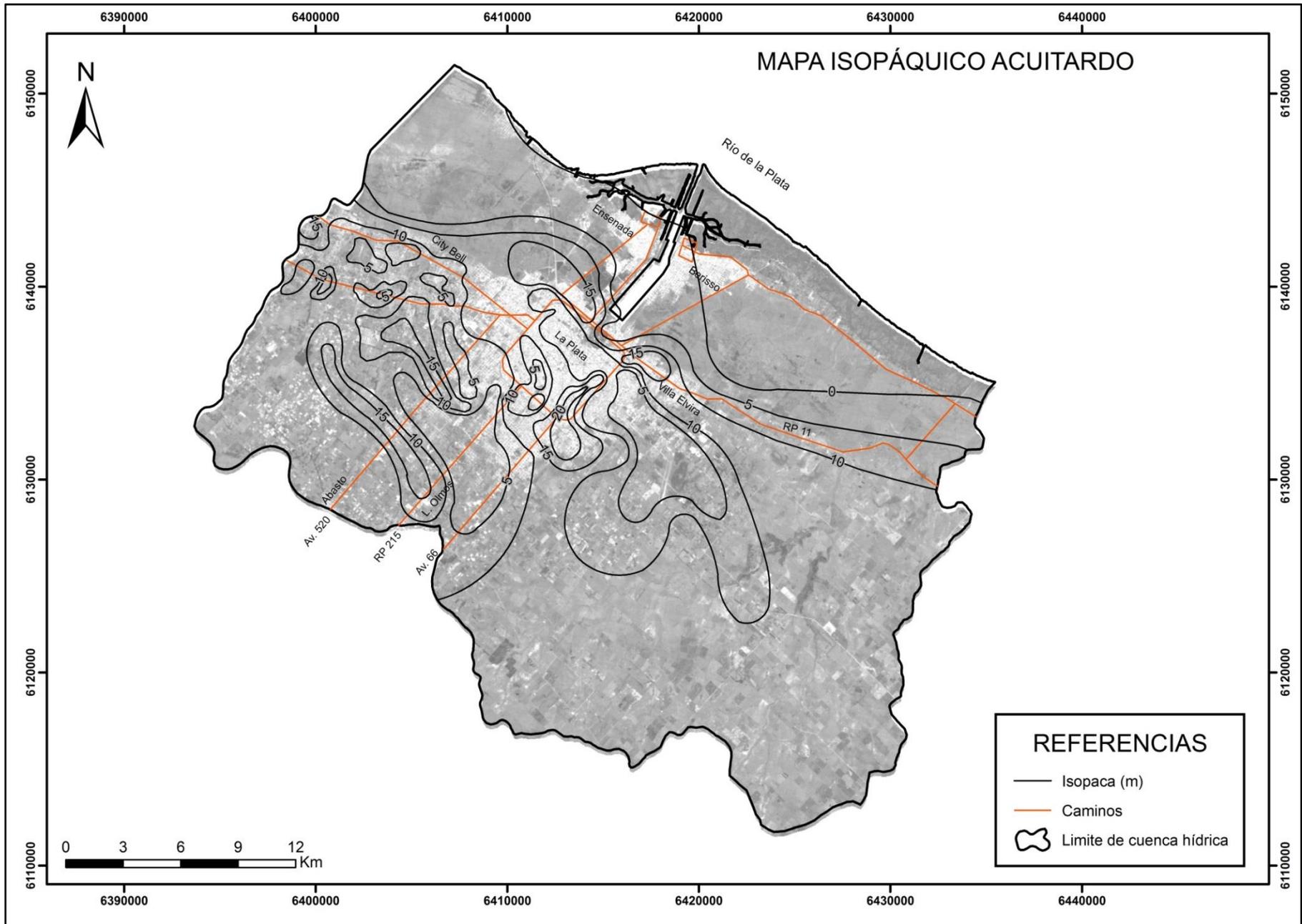


Figura 13. Mapa isopáquico acuitardo.

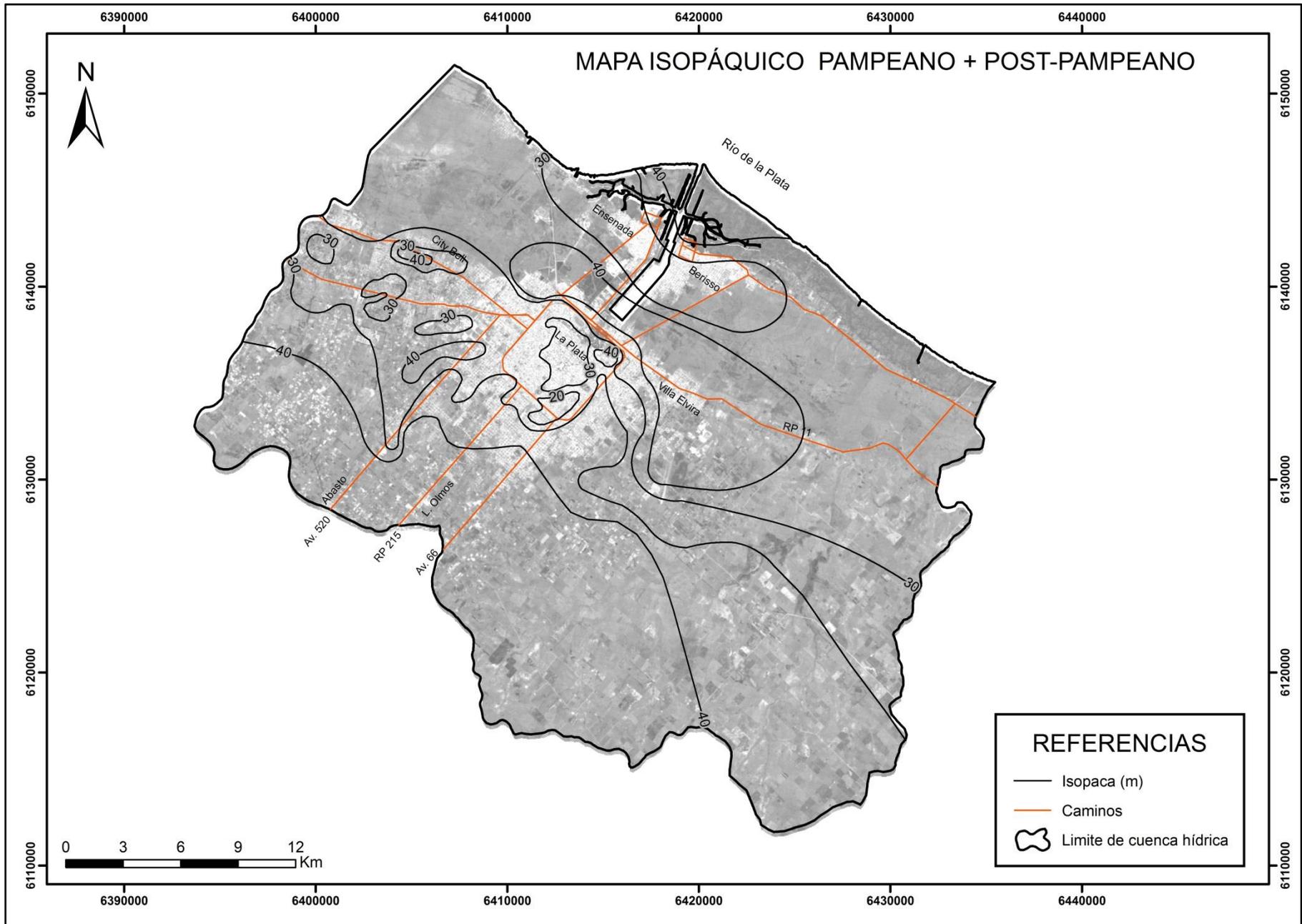


Figura 14. Mapa isopáquico Sedimentos Pampeanos+Post-pampeanos.

8. PERFILES GEOLÓGICOS Y ANALISIS DE VARIACIONES FACIALES

Las secciones hidrogeológicas realizadas (Figura 15) permitieron reconstruir las características hidrogeológicas en profundidad en el área de estudio.

En la transecta AA' (Figura 16) el Acuífero Puelche presenta una forma geométrica tabular, ya que los niveles de base y techo se disponen prácticamente de manera paralela entre sí, con espesores que oscilan entre 20 y 25 m, hasta el quiebre topográfico (Escalón) entre la Planicie Costera y la Llanura Alta. A partir de esta expresión se observa un progresivo ascenso del techo, engrosando su espesor hasta aproximadamente 35 m. También es importante mencionar que a partir de Villa Elisa, comprendida entre las perforaciones N° 182 y AUBA (Autopista Buenos Aires-La Plata), se registra una disminución gradual de las arcillas grisáceas de comportamiento acuitado para desaparecer en la Planicie Costera.

En la transecta BB' (Figura 17) si bien se observa una disposición tabular de las arenas, existen sectores más irregulares desde la perforación N° 112 hacia el Río de la Plata con algunos adelgazamientos que hacen variar los espesores desde los 30 m hasta los 5 m. Mientras que sí se mantiene la tendencia del acuñamiento de las arcillas hacia la Planicie Costera, en este caso a partir del Escalón.

En la transecta CC' (Figura 18) se repite el adelgazamiento en los espesores hacia el Río de la Plata a partir del Escalón, llegando a los 5 m, pero luego vuelven a aumentar a la altura de la destilería YPF, de manera que se infirió la continuidad de la base y techo de las psamitas hacia el interior del río. Las mayores potencias (entre 30 y 35 m) se encuentran en el casco urbano de la ciudad de La Plata ubicado entre la perforación N° 77 y el Escalón, como así también de la capa arcillosa, con espesores de 10 m.

En la sección DD' (Figura 19), se reconoce que la geometría tabular comienza con espesores del orden de los 10 a 15 m y progresivamente van aumentando hasta los 30 m a la altura de la perforación N° 93. Desde ese punto hasta la perforación La Flecha (LF) es posible distinguir una lente arenosa biconvexa, donde los extremos van acuñándose a ambos lados, llegando el espesor a ser 0 m en dicha perforación. Nuevamente los espesores comienzan a aumentar hacia el NE, alcanzando valores mayores a los 30 m a la altura de la línea de costa.

Por último, en la sección geológica EE' (Figura 20), el Acuífero Puelche a lo largo de un tramo de 15 km presenta espesores del orden de 15 m en el comienzo de la traza (Poblet), a continuación disminuyen a 10 m para luego volver a aumentar y

finalmente su espesor se reduce hasta los 5 m. Esta disposición irregular de los sedimentos continúa hasta intersectar a la RP 11 en el quiebre de pendiente entre la Llanura Alta y la Planicie Costera, donde finalmente las psamitas aumentan su potencia hasta los 25 a 30 m.

Por otro lado, las secciones longitudinales al Río de la Plata (Figuras 21, 22 y 23), permiten observar que los mayores espesores se presentan en la parte central de las tres secciones, es decir, entre las secciones transversales BB' y DD'. Asimismo se observa una mayor irregularidad en la forma de las arenas.

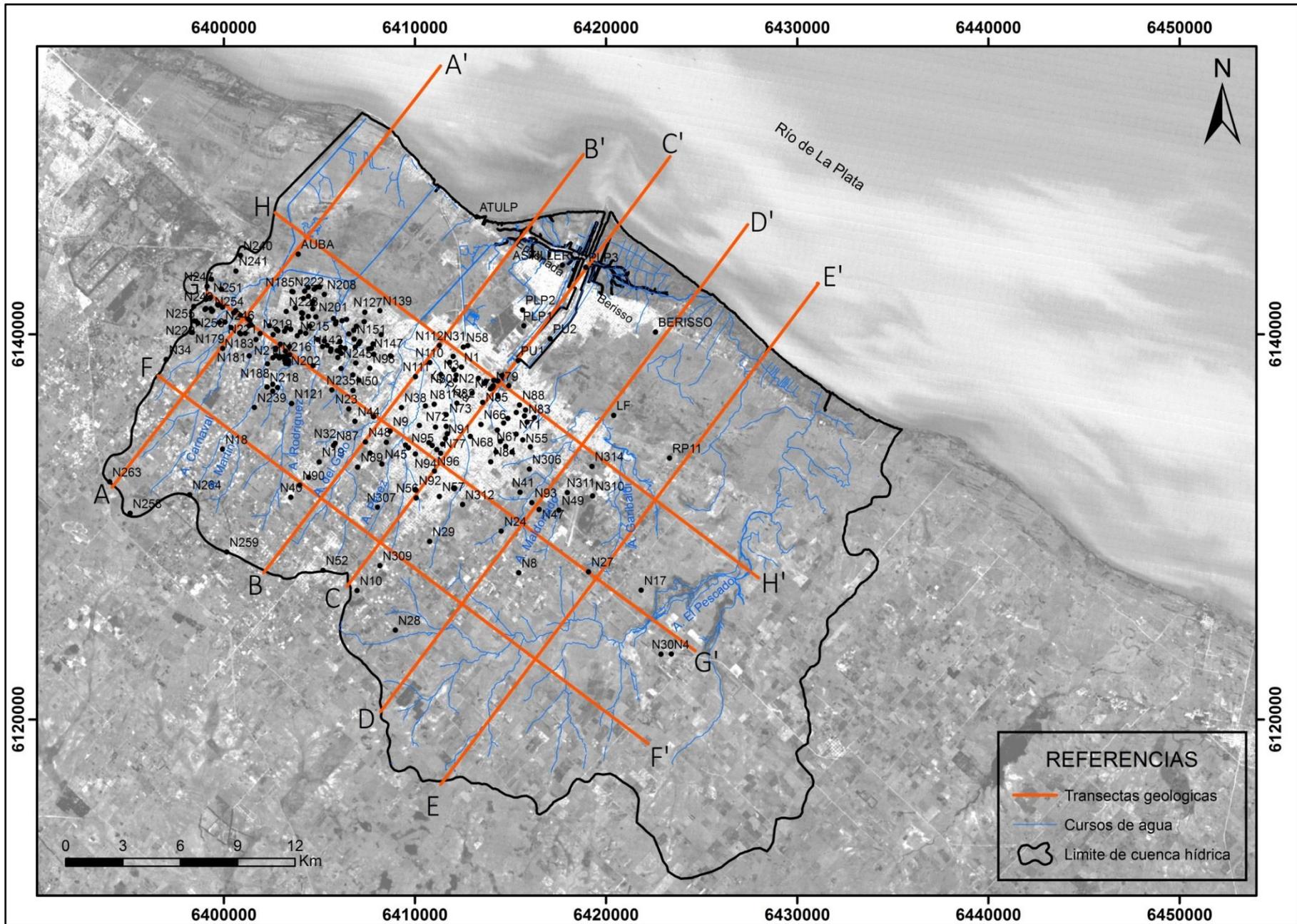


Figura 15. Ubicación de las transectas geológicas en sentido NE-SO (AA'-BB'-CC'-DD'-EE') y NO-SE (FF'-GG'-HH').

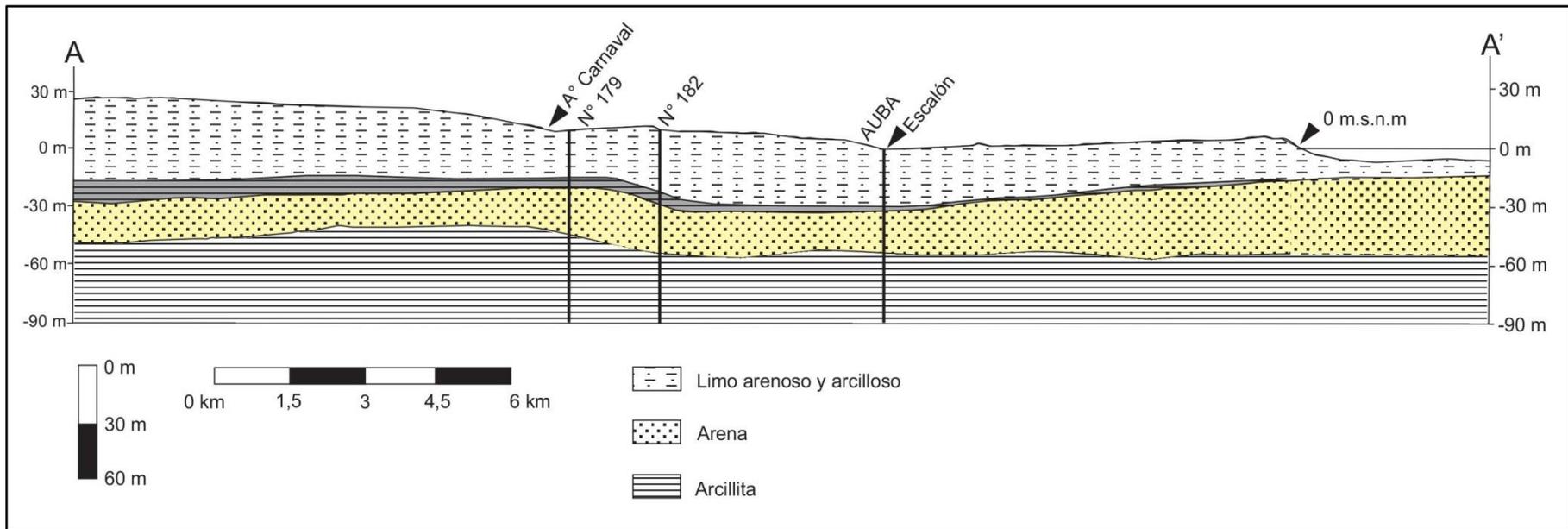


Figura 16. Sección geológica AA' en sentido NE-SO.

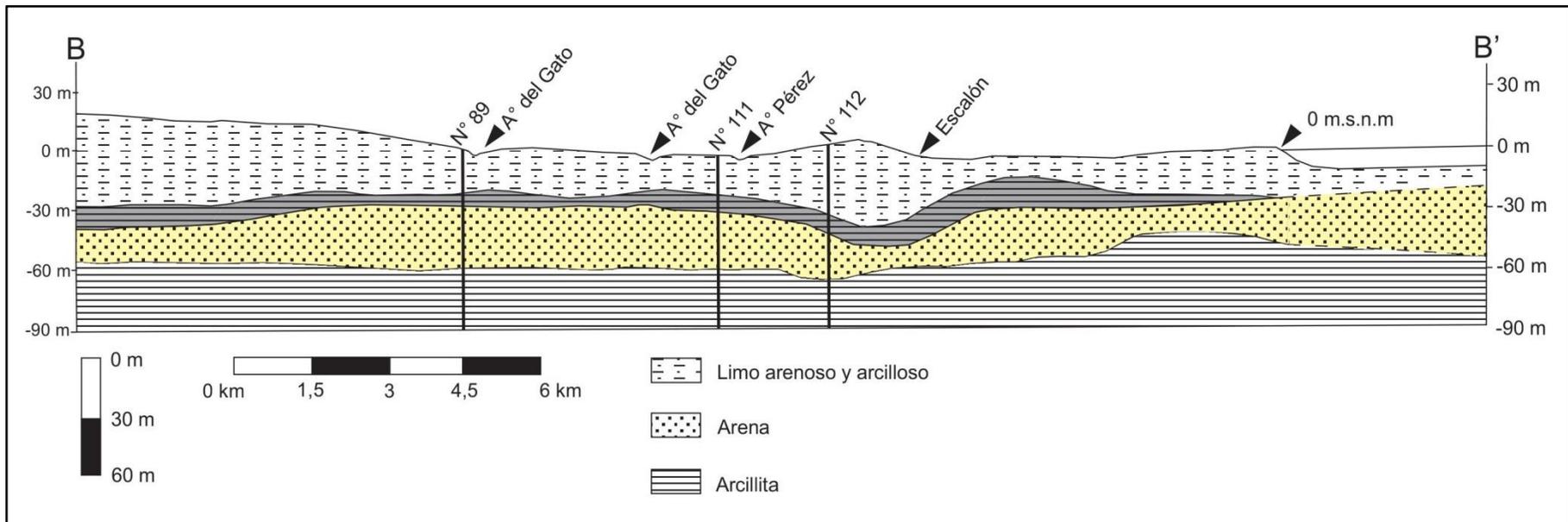


Figura 17. Sección geológica BB' en sentido NE-SO.

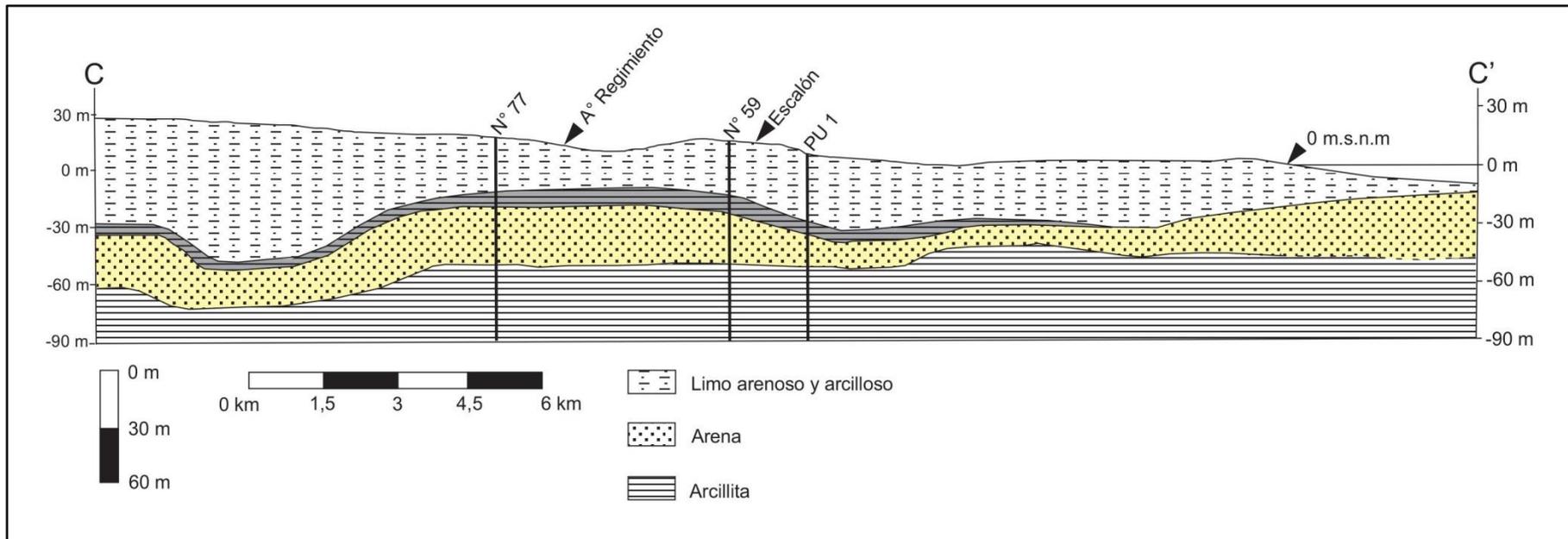


Figura 18. Sección geológica CC' en sentido NE-SO.

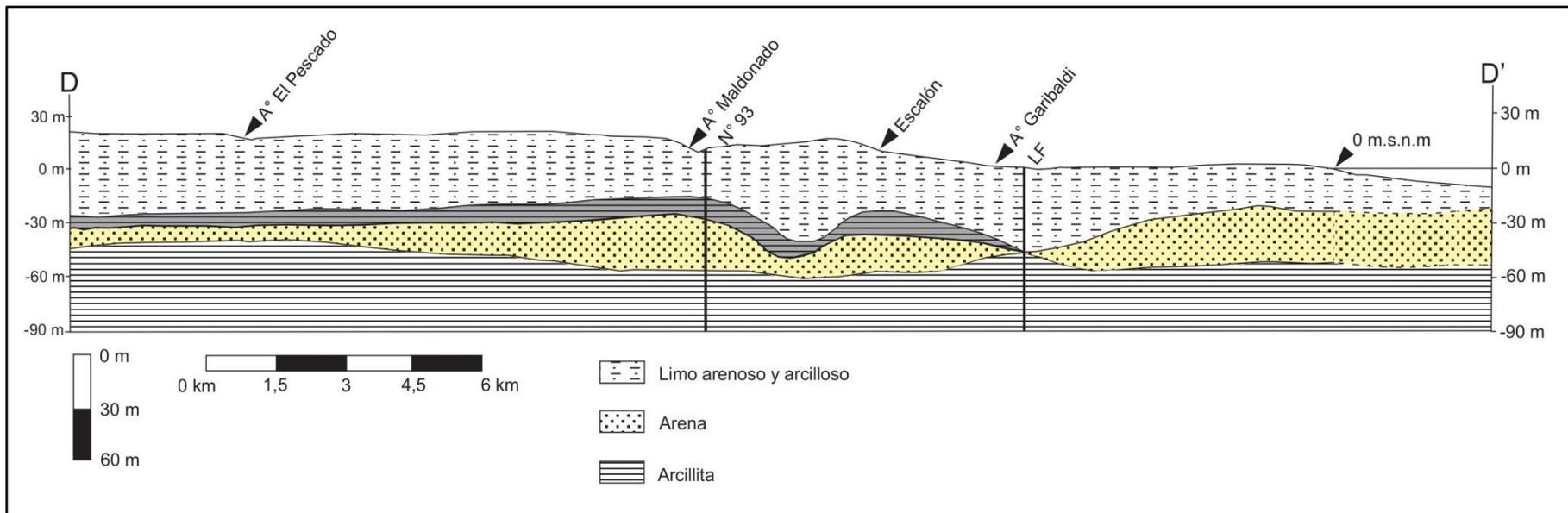


Figura 19. Sección geológica DD' en sentido NE-SO.

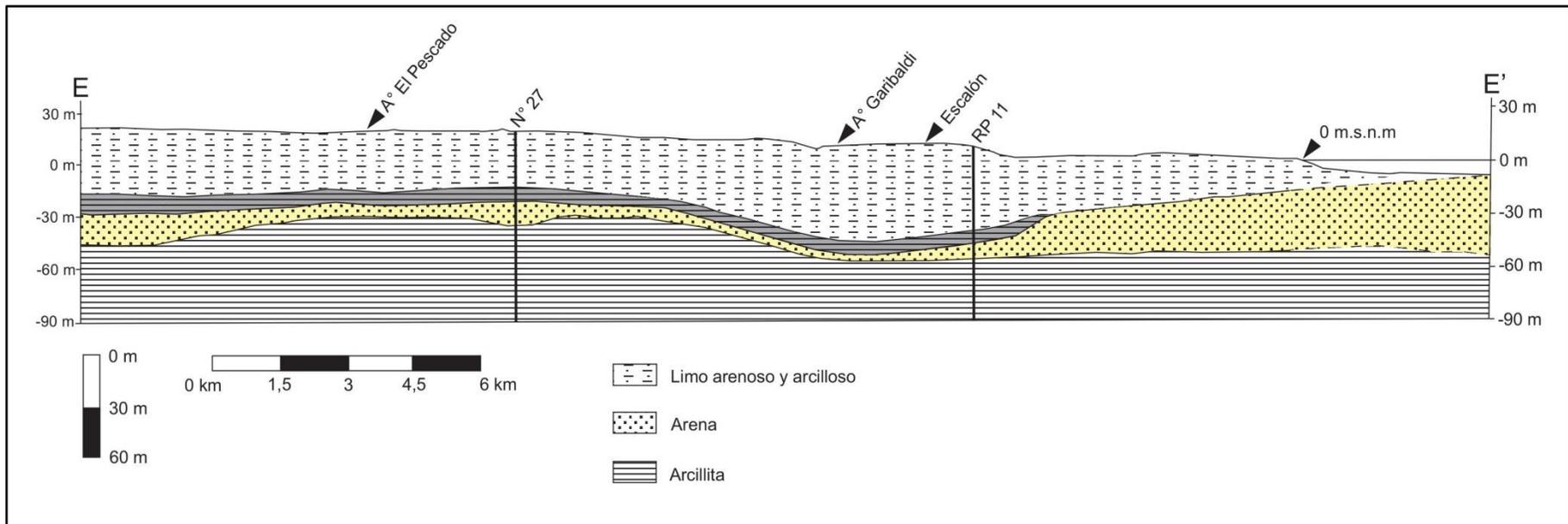


Figura 20. Sección geológica EE' en sentido NE-SO.

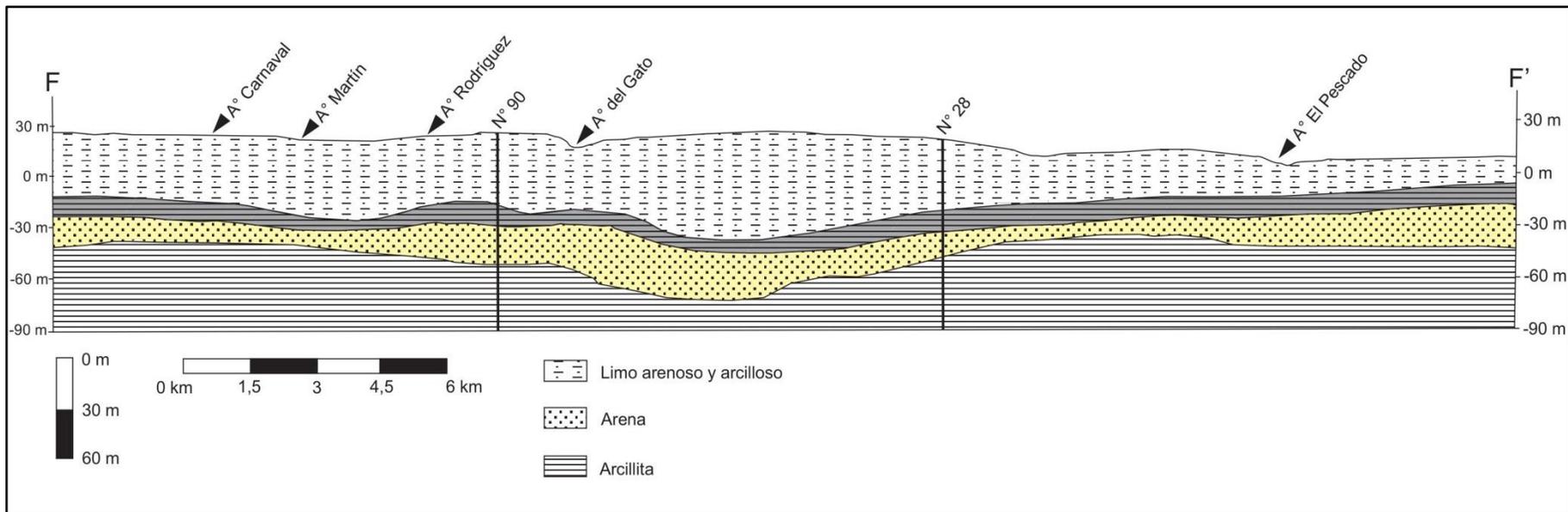


Figura 21. Sección geológica FF' en sentido NO-SE.

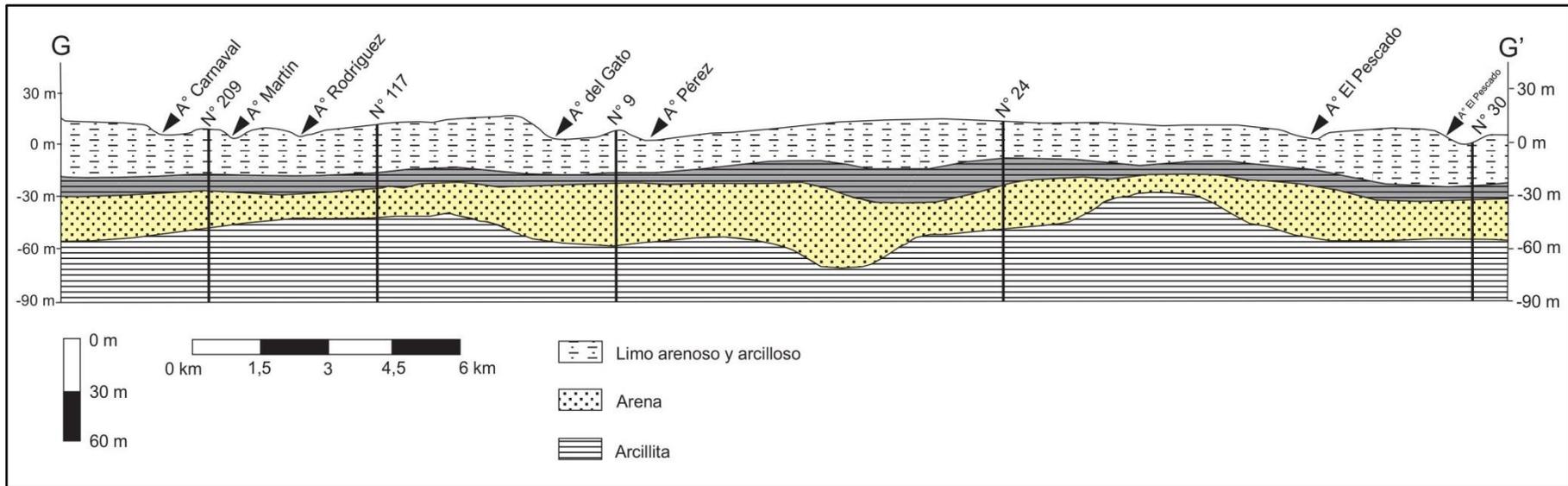


Figura 22. Sección geológica GG' en sentido NO-SE.

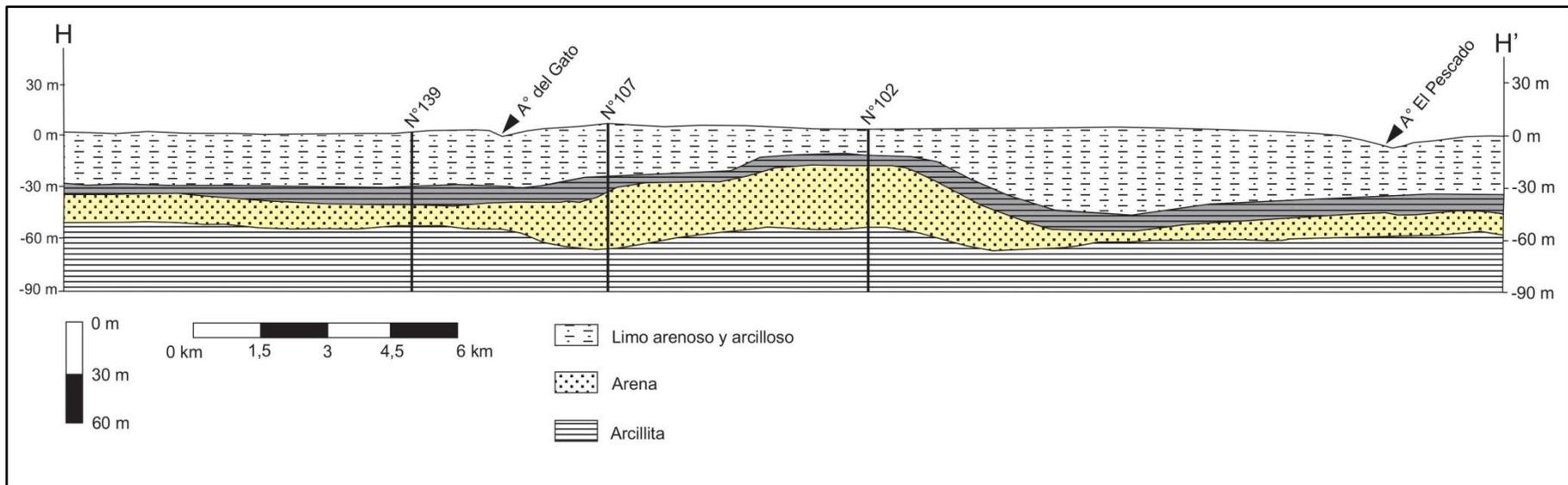


Figura 23. Sección geológica HH' en sentido NO-SE.

Una metodología para estudiar el registro sedimentológico en las cuencas es a través del análisis de facies. Estas constituyen un elemento útil para describir las unidades sedimentarias y se clasifican en tres categorías: icnofacies, biofacies y litofacies. Estas últimas han sido definidas en el presente trabajo por estar basadas en sus características litológicas (color, estructuras, composición, tamaño de grano, etc).

Geológicamente describir una sola facies carece de sentido, por eso se intenta describir muchas facies. De aquí surge el criterio de asociación de facies, es decir, el conjunto de facies que tienen una relación física y genética entre sí. En este sentido las facies pueden variar tanto vertical como lateralmente. La correlación estratigráfica trata de establecer una equivalencia de unidades estratigráficas a partir de la similitud litológica. Para establecer dicha correlación, se eligió un sector representativo del área de estudio (Figura 24) que permitiera definir una transecta continua en sentido NE-SO. También es importante destacar que las facies descritas (Figura 25) se basan únicamente en características litológicas y texturales (tamaño de grano), ya que esa es la información disponible para la secuencia sedimentaria.

En el Acuífero Puelche se identificaron 4 litofacies:

- Facies de grava y arena gruesa (Gag): la presencia de grava basal seguida de arena de grano grueso indica un ambiente de alta energía, asociado al lecho de un antiguo ambiente fluvial.

- Facies de arena media (Am): a medida que la velocidad de flujo, y en consecuencia la energía de transporte decrecen, los sedimentos más gruesos comienzan a ser depositados, mientras que las partículas más finas permanecen en movimiento. Por lo tanto este asentamiento diferencial del material permitió la depositación de arena de grano medio.

- Facies de arena fina y arena limosa fina (Afa): la consiguiente disminución en la energía de transporte muestra una somerización en el ambiente fluvial. Por otro lado la migración lateral hacia una arena fina con intercalaciones de limo podría indicar un cambio en el ambiente de sedimentación, posiblemente asociada a niveles arcillosos suprayacentes que se extendieron irregularmente por la planicie de inundación del sistema fluvial.

- Facies de arcilla (A): facies de un ambiente reductor de baja energía. Al ser depósitos continuos arealmente y presentar granulometría fina podría tratarse de facies de planicie de inundación.

En los Sedimentos Pampeanos también se reconocen distintas facies litológicas:

- Facies de limo arenoso (La): se produce un cambio en las condiciones de depositación del sedimento. La presencia de una intercalación de limo arenoso en forma rítmica indicaría un ambiente eólico.

- Facies de limo arcilloso (Lar): la presencia de abundantes nódulos de carbonato de calcio diseminados en el limo arcilloso sugiere la modificación del sedimento por procesos diagenéticos posteriores a su depositación, a través de la percolación de aguas carbonatadas y posterior evaporación, generando dichas concreciones.

En los Sedimentos Post-pampeanos se distinguen las siguientes facies:

- Facies de limo arcillo-arenoso (Laa): la presencia de Sedimentos Post-pampeanos de grano fino acompañados de arena indicaría un ambiente fluvial de moderada energía.

- Facies de arena fina con conchilla (Afc): existe una migración lateral de los Sedimentos Post-pampeanos hacia facies de mayor energía, producto de una ingresión marina del Holoceno con respecto a la facies anterior.

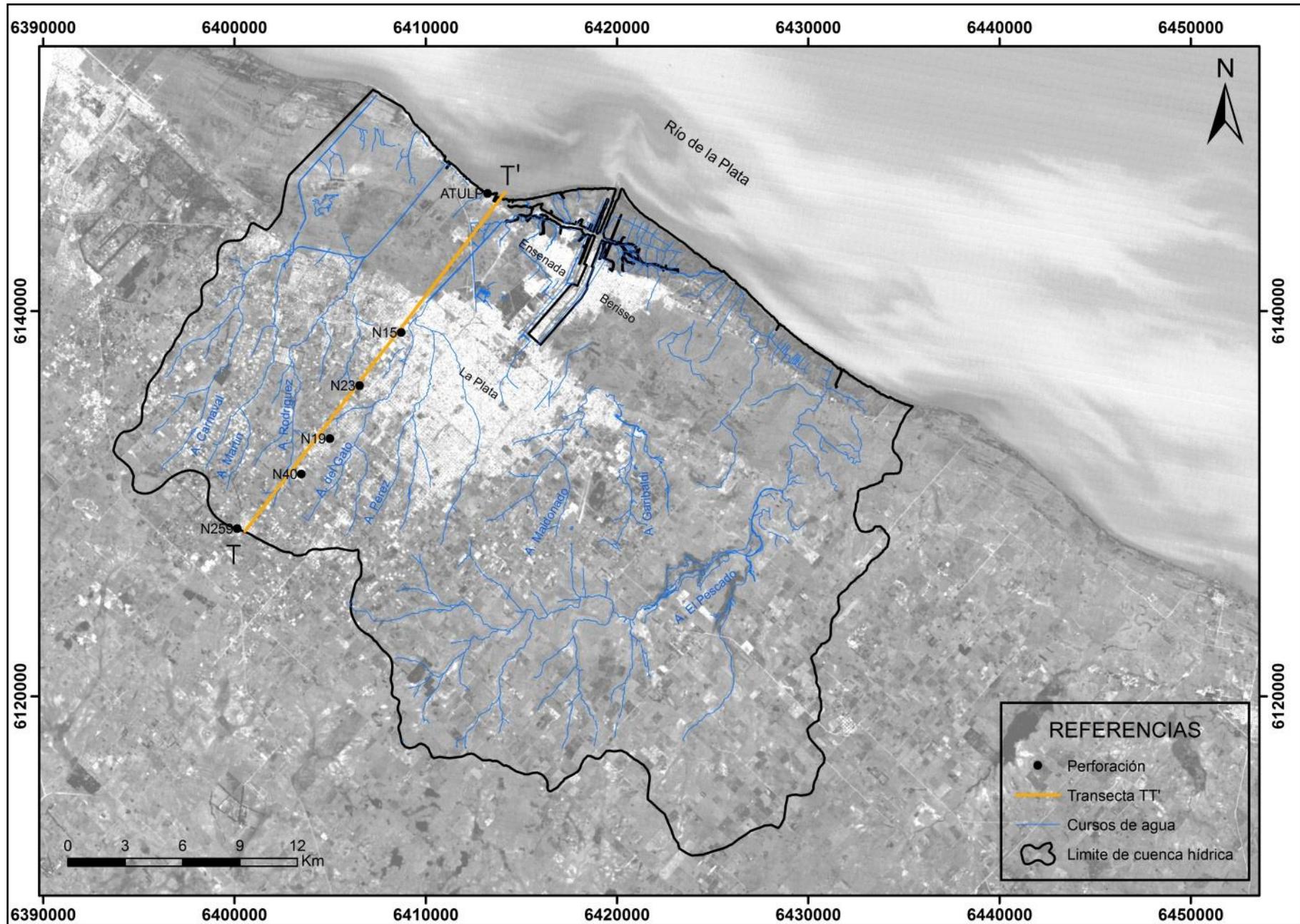


Figura 24. Ubicación de la transecta propuesta para la correlación de facies.

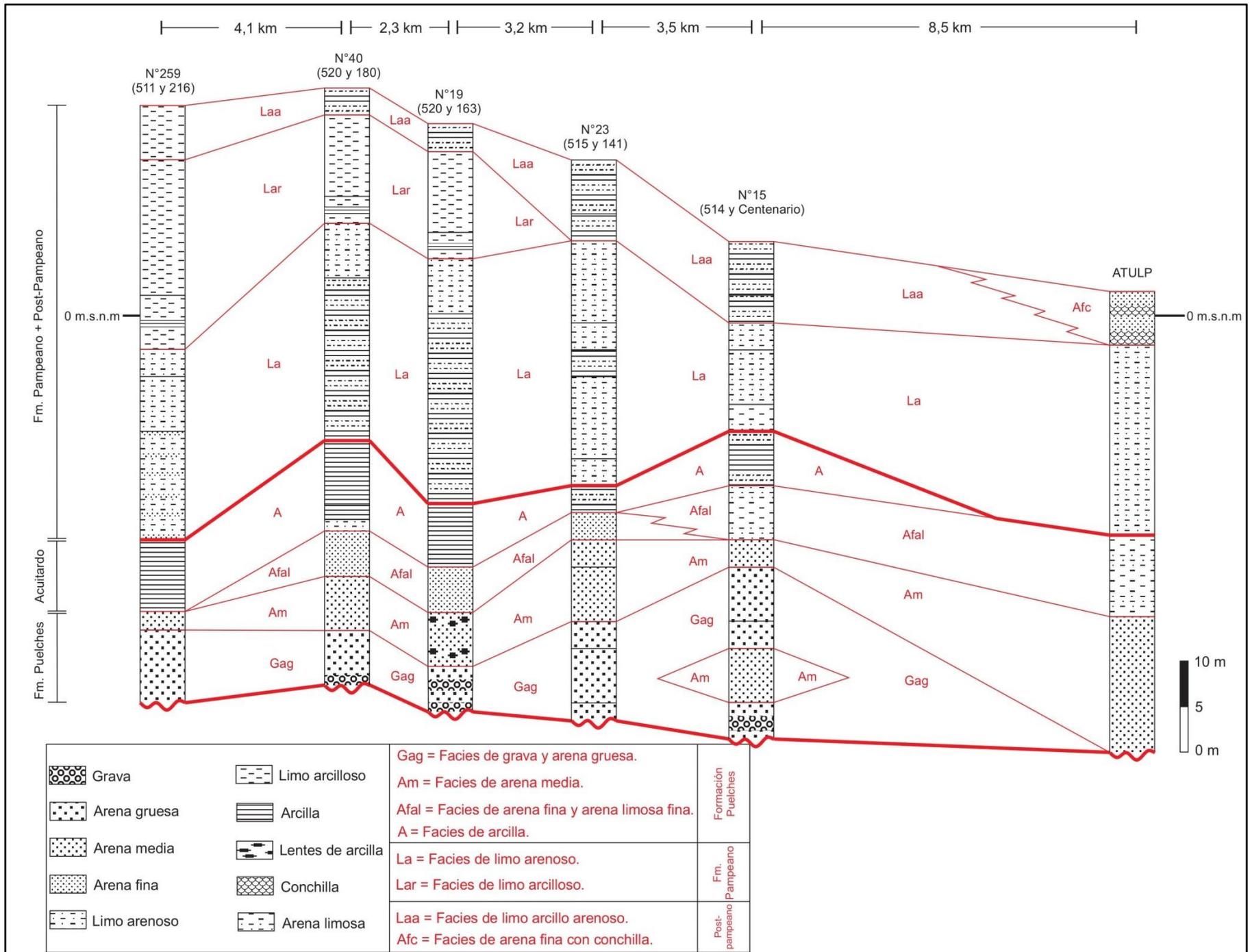


Figura 25. Correlación de litofacies en sentido NE-SO.

9. DISCUSIONES

La evolución geológica en la región adquiere significación para el conocimiento y aplicación hidrogeológica.

Los depósitos arenosos de la Formación Puelches, están acotados por los depósitos marinos de la Formación Paraná y la base de los Sedimentos Pampeanos. De esta forma comprenderían el intervalo Plioceno Tardío-Pleistoceno Tardío (3,2 Ma – 0,040 Ma). La formación no se encuentra expuesta, por lo que todas las deducciones acerca de sus características deben realizarse en base a perforaciones.

La depositación de los sedimentos marinos de la Formación Paraná se produjo en el Mioceno Medio y su desarrollo está documentado a partir de perforaciones y afloramientos en gran parte del centro, este y noreste argentino.

La regresión del mar paranense se produjo hace aproximadamente 3,4 Ma y a partir de ello se genera el desarrollo de sistemas fluviales en las áreas continentales, entre ella el sistema depositacional de la Formación Puelches. Estos sistemas actuaban como descarga de las áreas mesopotámicas hacia el área costera atlántica de la provincia de Buenos Aires. Hace 3 Ma se registró un régimen climático alternante de periodos fríos y cálidos producto de glaciaciones a escala global, lo que condujo a una serie de eventos marinos transgresivos y regresivos, de mucho menor extensión con respecto a la transgresión Paranense. Tal es así que solo se vieron afectados sectores costeros reducidos, sin avanzar sobre las actuales llanuras costeras y el tramo inferior del Río Paraná.

El contacto entre la Formación Puelches y la Formación Paraná es a través de una discordancia erosiva. De acuerdo a los datos elaborados fue posible reconocer que la paleomorfología de la Formación Puelches presenta ondulaciones con una alternancia de altas y bajas elongadas en una dirección SO-NE, el cual se podría asociar a un proceso erosivo fluvial con descarga hacia el actual Río de la Plata. Esta característica no es apreciable en mapas anteriores (EASNE, 1972; Auge, 2005), confeccionados con menor cantidad de datos de perforaciones. En ellos si bien se reconocen cotas relativamente similares en la posición del piso (predominantemente entre -50 msnm y - 60 m s.n.m), no existe un patrón en la distribución de las curvas.

La Formación Puelches se inicia con facies fluviales con granulometrías de arenas gruesas y gravas. En la secuencia estas características se van modificando a arenas finas para luego producir una gradación a ambientes de planicie de inundación. El contacto con la unidad suprayacente (Formación Pampeano) es por sectores neto

asociado a un nivel arcilloso (planicie de inundación), pero en otros sectores este nivel disminuye su espesor o no es reconocido. Incluso es posible reconocer transiciones sedimentarias con intercalaciones de arenas típicamente Puelches en los limos de los Sedimentos Pampeanos. Tal es el caso observado en algunas perforaciones de la Planicie Costera en el área de estudio. Debe tenerse en cuenta que los Sedimentos Pampeanos en su base se caracterizan por una alternancia de arenas limosas friables y arcillas limosas arenosas, siendo más abundantes las arcillas hacia arriba (Zárate, 2005).

Las características geológicas descritas confirman que el acuífero semiconfinado Puelche forma parte de un sistema hidrológico único conjuntamente con las unidades suprayacentes (Sedimentos Pampeanos y Sedimentos Post-pampeanos). Las diferencias entre las facies sedimentarias del sistema dan lugar a fuertes variaciones en la permeabilidad que le otorgan una complejidad hidrológica que es necesaria tener en cuenta en cualquier evaluación hidrogeológica de detalle.

A pesar de ello resulta válida la consideración de un sistema más simple para una caracterización a escala regional. Para lo cual es necesario aceptar un balance hídrico controlado por la ecuación de la continuidad, que dice que todo lo que ingresa al sistema debe ser igualado por lo que egresa de modo que se llegue a un equilibrio, es decir que $I - E = 0$, donde I = ingreso y E = egresos.

Si se tiene en cuenta esta situación, el balance define las entradas y salidas, tanto naturales como artificiales, al y del sistema hidrológico subterráneo, para estimar la relación entre la descarga y la recarga del Acuífero Puelche y de las unidades acuíferas suprayacentes. De los análisis realizados por Auge (2005), los excedentes superan con amplitud a los déficit hídricos naturales y dado que el escurrimiento fluvial constituye un pequeño porcentaje de la precipitación (6%), la infiltración asume una magnitud significativa (15%). Las áreas principales de recarga se localizan en la divisoria con la cuenca del Samborombón y en los interfluvios. La descarga natural se produce en los cauces de los ríos, por evapotranspiración en la Planicie Costera y afluencia subterránea en el Río de la Plata.

En condiciones naturales se reconoce una similitud entre los mapas isofreáticos (Pampeano) y piezométricos (Puelches) (Deluchi *et al.*, 2010). En las zonas de recarga natural el Acuífero Puelche (Figura 26) presenta cargas hidráulicas negativas respecto a la capa freática (filtración vertical descendente), mientras que en las zonas de descarga ocurre lo contrario (filtración vertical ascendente), Sala y Auge (1973).

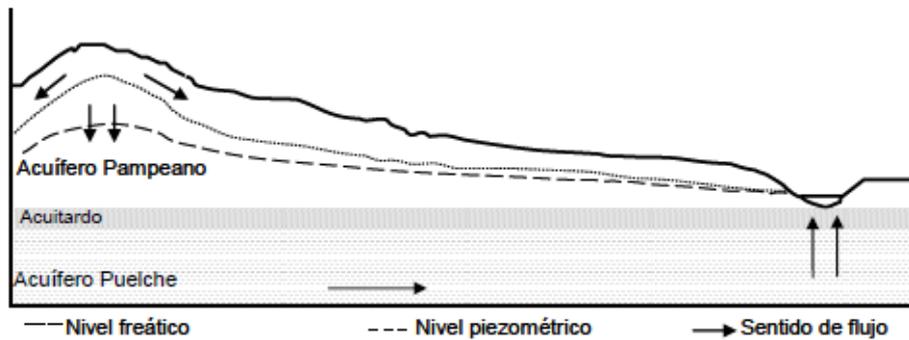


Figura 26. Esquema de la recarga y descarga del Acuífero Puelche y Pampeano en condiciones naturales (Tomado de Deluchi *et al.* 2010).

Las variaciones naturales de los niveles de agua subterránea en el Acuífero Pampeano y Puelche evidencian un comportamiento análogo entre los ascensos (excesos de agua del balance hídrico) y los descensos (déficit de agua). Deluchi *et al.*, 2010 mencionan que “el volumen de agua contenida en el Acuífero Puelche depende de la transferencia lateral y el flujo vertical del Acuífero Pampeano a través del acuitardo. Este aporte vertical es proporcional a la diferencia de carga hidráulica entre el nivel freático y el nivel piezométrico.”

En cambio, ante la explotación del recurso hídrico, se observan distintas respuestas en las diferencias de carga hidráulica. El espesor del acuitardo influye en la respuesta de la variación de los niveles freáticos, es así como ante una situación de espesor reducido (Figura 27), la profundización de los niveles freáticos acompaña a la de los piezométricos, generando pequeñas diferencias de carga hidráulica.

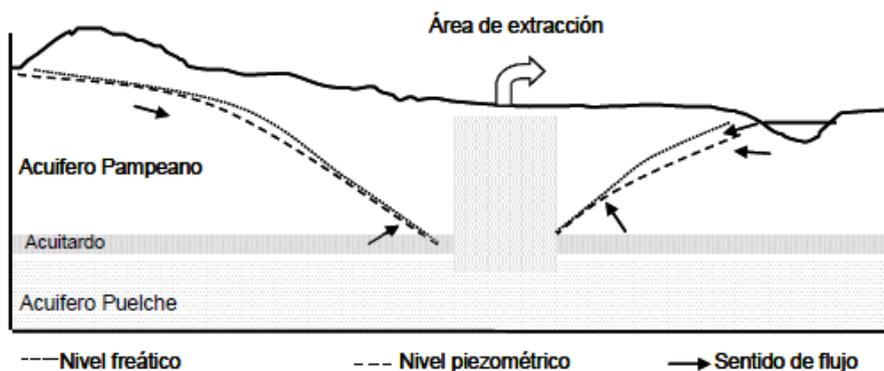


Figura 27. Esquema de explotación con espesor de acuitardo reducido (Tomado de Deluchi *et al.* 2010).

Mientras que ante un espesor mayor (Figura 28), las diferencias en las cargas aumentan provocando una progresiva separación entre los niveles piezométricos y

freáticos, lo que conduce a un aumento del flujo lateral del acuífero hacia el cono de depresión.

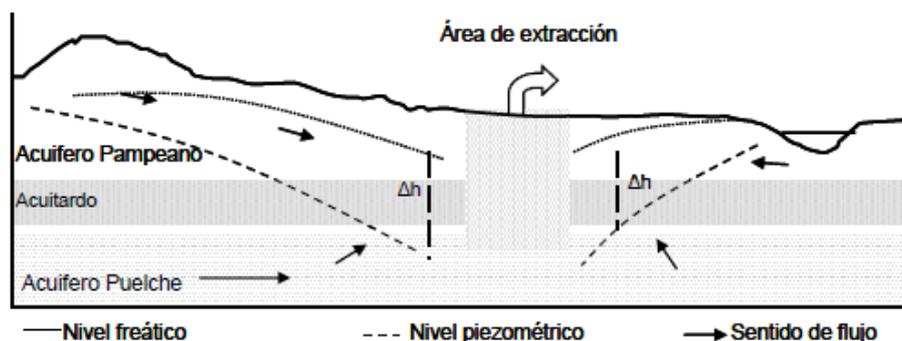


Figura 28. Esquema de explotación con mayor espesor de acuitardo
(Tomado de Deluchi *et al.* 2010).

10. CONCLUSIONES

- El trabajo realizado permitió interrelacionar y aplicar a la problemática del Acuífero Puelche, los conocimientos y metodologías tradicionales desarrolladas en las asignaturas de la Licenciatura en Geología, como ser Hidrogeología, Sedimentología, Geología Estructural, Geología Histórica, Geomorfología, Levantamiento Geológico y Geología Argentina. Además se utilizaron técnicas modernas que incluyen el empleo de Sistemas de Información Geográfica, interpretación de imágenes satelitales, generación de bases de datos y modelados que resultarán de utilidad, independiente de la especialidad, para el desempeño de la profesión geológica.

- La base de datos generada, a partir de la cual se confirma la importancia del nivel acuífero por su grado de explotación, incluye un total de 252 perforaciones entre las históricas y las recientes. El Sistema de Información Geográfica elaborado permite la operación, análisis y representación de los datos con el objeto de analizar y resolver problemáticas en la planificación de explotación del recurso hídrico subterráneo.

- La elaboración de mapas paleomorfológicos del techo y piso del Acuífero Puelche junto con los perfiles geológicos y el análisis de facies litológicas, no sólo facilitó la actualización de las características dimensionales del acuífero, sino que fue útil en la interpretación del comportamiento estructural, actualizando su conocimiento y poniendo de relieve las diferencias y similitudes que existen con otros autores.

- El ambiente de sedimentación fluvial de las arenas de la formación es verificado y apoyado por el marco teórico propuesto por los antecedentes sobre el tema. Se reconocen las características litológicas y morfológicas de los depósitos fluviales.

- La litología indica la presencia de grava, arenas y arcillas con discordancias en su base y una heterogeneidad textural de los depósitos. Tal es así que las 4 litofacies identificadas en la Formación Puelches corresponden de base a techo a: grava y arenas gruesas, arenas medias, arena fina y arena limosa fina, y arcilla.

- La sedimentación de la formación tiene lugar luego de la depositación de las arcillas verde azuladas de la Formación Paraná por la transgresión del mar paranense. Se produce una regresión que habría permitido el desarrollo de superficies de erosión en la base de la Formación Puelches. El labrado de estas formas erosivas se reconocen en el mapa paleomorfológico del piso de la Formación Puelches, ya que se evidencia la disposición de una serie de altos y bajos paleotopográficos elongados en sentido NE-SO, sobre los cuales comenzaron a depositarse las psamitas.

- La paleomorfolología del techo de la Formación Puelches presenta una serie de curvas continuas y alargadas en sentido NO-SE. Esta disposición perpendicular a la del piso de la formación en cuestión, podría estar representando cordones fluviales que siguen la dirección de transporte de un antiguo curso fluvial. La orientación general NO-SE a NNE-SSO de la formación se corrobora con las transectas geológicas FF', GG' y HH' donde se observa lateralmente la morfología.

- Al comparar conjuntamente la paleomorfolología del piso y techo de la Formación Puelches, en ambos se distingue la ausencia de desniveles abruptos en el paleorelieve y la continuidad de las curvas de isovalor a excepción de algunas curvas cerradas. En consecuencia, se deduce que la actividad tectónica no jugó un papel fundamental en disposición actual de los sedimentos Plio-Pleistocenos. Al analizar el mapa de espesor del Acuífero Puelche, tampoco surgen indicios de que la tectónica influyera sobre este. Presenta espesores que van desde los 0 a 44 m, con un valor promedio de 21 m.

- La presencia de los altos topográficos en la base de la formación, sugeriría que el manto arenoso podría representar un sistema de canales anastomosados, donde los distributarios se separan y reúnen por la presencia de algún obstáculo en el fondo que obstruye el cauce. Además los depósitos fluviales anastomosados presentan conglomerados y arenas bien seleccionadas que indican corrientes tractivas y variación en el tamaño de grano de las arenas, que reflejan cambios en el flujo tanto en sentido vertical como lateral.

- El ambiente de sedimentación, las variaciones en las facies litológicas, las variaciones en los espesores de las distintas unidades son condicionantes del comportamiento hidrogeológico del acuífero. Tienen influencia directa no sólo en las

variaciones de los parámetros hidráulicos (transmisividad, almacenamiento, porosidad) sino también en las posibilidades de recarga y descarga de esta unidad.

- El tratamiento de un manto acuífero relativamente homogéneo puede distorsionar una evaluación hidrogeológica detallada, no solo en cuanto a la estimación de las reservas sino también en cuestiones que hacen directamente a la explotación de agua subterránea como ser diseño de las perforaciones, caudales extracción, separación entre perforaciones, etc.

- Dado el ambiente de sedimentación y las variaciones morfológicas – litológicas reconocidas, cualquier intento de modelado y gestión sustentable del recurso hídrico subterráneo a nivel local, como puede ser la aplicación para el abastecimiento de agua potable, requerirá de un análisis detallado y particular de la influencia de las características indicadas en el comportamiento hidrológico del acuífero.

11. BIBLIOGRAFIA CITADA

Aguirre, E., 1883. Constitución Geológica de la provincia de Buenos Aires. Censo General de la provincia de Buenos Aires. Cap. III.

Amato, S.; Silva Busso, A., 2006. Relaciones estratigráficas e hidroquímicas de los acuíferos Pampeano y Puelches en el noreste de la provincia de Buenos Aires. Revista Museo Argentino Ciencias Naturales, n.s. 8 (1): 9-26. Buenos Aires, ISSN 1514-5158.

Ameghino, F., 1881. La formación pampeana o estudio de los terrenos de transporte de la cuenca del Plata. Buenos Aires – París.

Andreis, R., 1969. Estudio mineralógico de muestras de la Formación Puelches (Perforación Atalaya, provincia de Buenos Aires). Facultad de Ciencias Naturales y Museo. Inf. Int. Sed. N° 8. La Plata.

Artaza, E., 1943. Saneamiento urbano de la República Argentina. Provisión de agua y desagües urbanos. Universidad Nacional de La Plata. C.6: 383. La Plata.

Auge, M.; Hernández, M., 1983. Características geohidrológicas de un acuífero semiconfinado (Puelche) en la llanura bonaerense. Su implicancia en el ciclo hidrológico de las llanuras dilatadas. Coloquio internacional de Hidrología de Grandes Llanuras. UNESCO (III), 1019-1043, Buenos Aires – París.

Auge, M.; Hernández, M.; Hernández, L., 2002. Actualización del conocimiento del acuífero semiconfinado Puelche en la provincia de Buenos Aires, Argentina. XXXII IAH & VI ALSHUD. Mar del Plata, Argentina.

Auge, M., 2005. Hidrogeología de La Plata, provincia de Buenos Aires. XVI Congreso Geológico Argentino, Relatorio: 293-312, La Plata.

Bosque Sendra, J., 1997. Sistemas de información geográfica. Ediciones RIALP, 2° ed., 445 págs. Madrid, España.

Burmeister, G., 1883. Corte Geológico de la perforación del pozo artesiano de Barracas.

Castellanos, A., 1928. Notas críticas sobre el Puelchense de los sedimentos Neógenos de la Argentina. Revista de la Universidad Nacional de Córdoba, Año XV, N° 5-6, pp 48-96.

Deluchi, M.; Kruse, E.; Laurencena, P.; Rojo, A.; Rodríguez, L., 2010. Características de la explotación de aguas subterráneas en un sector del noreste de la provincia de Buenos Aires, Argentina. X Congreso ALHSUD, Caracas.

Doering, A., 1882. Informe oficial de la Comisión Científica agregada al Estado Mayor General de la expedición al Río Negro (Patagonia), realizada en los meses de abril, mayo y junio de 1879, bajo las órdenes del General Julio A. Roca. Entrega III. Geología.

EASNE-CFI, 1972. Contribución al estudio geohidrológico del Noreste de la provincia de Buenos Aires CFI, La Plata. Serie Técnica N° 24. Tomo I y II.

Fidalgo, F.; Martínez, R., 1983. Algunas características geomorfológicas dentro del partido de La Plata, provincia de Buenos Aires. RAGA, XXXVIII (2), pp. 263-279.

Frenguelli, J., 1950. Rasgos generales de la morfología y la geología de la provincia de Buenos Aires. LEMIT. Serie II (33), pp. 1-72. La Plata.

González Bonorino, F., 1965. Mineralogía de las fracciones arcilla y limo del Pampeano en el área de la ciudad de Buenos Aires y su significado estratigráfico y sedimentológico. RAGA, XX, N° 1, pp. 67-150.

González Bonorino, F.; Centrángolo, G., 1962. Minerales de arcilla en el subsuelo de la Capital Federal y el origen de la formación terciaria "Arcilla Parda". Anal. Prim. Jorn. Geol. Arg, III, pp. 37-58.

Groeber, P., 1945. Las aguas surgentes y semisurgentes del norte de la provincia de Buenos Aires. Revista La Ingeniería, Año XLIX, N°6, pp. 371-387, Buenos Aires.

Groeber, P., 1961. Contribuciones al conocimiento geológico del Delta del Paraná y alrededores. An. Comisión de Investigaciones Científicas. La Plata. V. II.

Hernández M.; Filí, M.; Auge, M.; Ceci, J., 1975. Geohidrología de los acuíferos profundos de la provincia de Buenos Aires. VI Congreso Geológico Argentino, Actas II: pp. 479-500. Buenos Aires.

Hurtado, M.; Giménez, J.; Cabral, M., 2006. Análisis ambiental del partido de La Plata: Aportes al ordenamiento territorial. Buenos Aires, AR: Consejo Federal de Inversiones.

Kruse E.; Sarandón R.; Gaspari F., 2014. Impacto del cambio climático en el Gran La Plata. EDULP, La Plata, ISBN 978-987-1985-42-5. 105 p.

Rojo, A.; Laurencena, P.; Kruse, E.; Deluchi, M., 2008. Particularidades de la relación aguas subterráneas – aguas superficiales en un sector del noreste de la provincia de Buenos Aires, Argentina. IX Congreso Latinoamericano de Hidrología Subterránea y Expo Agua 2008. Quito, Ecuador.

Sala, M.; Auge, M., 1973. Presencia de capas filtrantes en el noreste de la provincia de Buenos Aires. Su determinación. Actas V Congreso Geológico Argentino Tomo V, pp. 185 – 194. Buenos Aires.

Sala, M., 1975. Recursos Hídricos (especial mención de las aguas subterráneas). VI Congreso Geológico Argentino, Relatorio: 169-193, Bahía Blanca.

Santa Cruz, J., 1970. Estudio sedimentológico de la Formación Puelches en la provincia de Buenos Aires. Tesis de doctorado, Facultad de Ciencias Naturales y Museo. La Plata.

Santa Cruz J., Silva Busso, A., Amato, S., Guarino, M., Villegas, D., Cernadas, M., 1997. Explotación y Deterioro del Acuífero Puelches en la región metropolitana de la República Argentina, Ingeniería Sanitaria y Ambiental N° 31, pp 34-44.

Stappenbeck, R., 1926. Geologie und Grundwasserkunde der Pampa. Stuttgart.

Mancino, C., Vives, L., Funes, A., Zárate M., Martínez, S., 2013. Modelación del flujo subterráneo en la cuenca Matanza-Riachuelo, provincia de Buenos Aires. 1. Geología y geometría del subsuelo. Temas Actuales de la Hidrología Subterránea. EDULP, La Plata.

Vives, L., Scioli, C., Mancino, C., Martínez, S., 2013. Modelación del flujo subterráneo en la cuenca Matanza-Riachuelo, provincia de Buenos Aires. 3. Modelo numérico de flujo. Temas Actuales de la Hidrología Subterránea. EDULP, La Plata.

M., 2005. El Cenozoico tardío continental de la provincia de Buenos Aires. XVI Congreso Geológico Argentino, Relatorio: 139-158, La Plata.

Anexo A

Información de las perforaciones

Dirección	Año	Cota	Prof. Techo Puelche (mts)	Prof. Piso Puelche (mts)	Prof. Piso Pampeano (mts)	Espesor del Acuitardo (Mts)	Observaciones	
22 y 90	1994		43,5	63,5	31,5	12	PL; AG; PE (Sp y Rt); AQ	EB: Ensayo de Bombeo
34 y 141	1994		42	62	37	5	EB; PL; AQ; PR; AG; PE (Sp y Rt)	PR: Plano de Referencia
32 y 148	1994		46	59	32	14	EB; PL; AQ; PR	AB: Analisis Bacteriológico
520 y 143	1994		35	61,5	28	7	EB; PL; AQ; PR	AG: Analisis Granulométrico
511 y 135	1994		41	58	39	2	EB; PL; AQ; PR; AG; PE (Sp y Rt); IL	IL: Informe Litología
38 y 147			40	60	36	4	EB; PL; AQ; PR; AG; PE (Sp y Rt); IL	IG: Informe Geológico
32 e/ 144 y 145	1994		31,5	39	29	2,5	PL; PE (Sp y Rt); IL	PL: Perfil Litológico
22 y 600			35	63,8	30	5	EB; PL; PR; AG; PE (Sp y Rt); IL	PE: Perfil Electrico (Sp y Rt)
143 y 520			35	61,5	52	7	EB; PL; AQ; PE (Sp y Rt)	AQ: Analisis Químico
146 y 528			29	54	27	2	EB; PL; AQ; AG	NE: Nivel Estático
610 y 19	1994		45,5	64	40,5	5	EB; PL; AQ; PR	ND: Nivel Dinámico
511 e/135 y 136	1994		41	57,6	38,2	2,8	EB; PL; AQ; PR; AG; PE (Sp y Rt); IL	
511 e/135 y 136	1994		42	59,3	39,5	2,5	EB; PL; PR; AG; IL	
511 e/135 y 136	1994		41	59	39	3	EB; PL; PR; AG	
52 y 197 (carcel de olmos)	1970		53,5	72,3	44,5	9	PL; PR	
52 y 194 (carcel de olmos)	1970		53,9	71,9	45	8,9	PL; PR	
48 y 192 (carcel de olmos)	1970		55	78	45	10	PL; PR; AQ; EB	
521 e/169 y 170			50	78	40	10	PL; PR; AG; EB	
13 y 76	1949		37	64	31,8	5,2	PL; PR; AQ; EB	
7 y 76	1949		37,3	67	33	4,3	PL; AQ; PR	
7 Y 80	1970		37	41	38	1	PL; PR; EB	
60 Y 149	1971		49	78	57	8	PL; PR; EB	
143 Y 66	1970		50	83	no aparece el estrato de arc.		PL	
32 Y 119			30	67,7	24	6	PL	
52 Y 117			30	60,5	25	5	PL	
66 Y 19			37	69,5	21	16	PL	
44 Y 25	1927		43,5	64,6	31	12,5 (c/ interc. de arc.)	PL	
48 Y 31			44,3	64,3	36,5	7,8	PL	
66 Y 7			44	71	25	19	PL	
70 e/ 115 y 116	1919		31	51	29	2	PL; PR	
66 e/ 4 y 5	1949		40	73	no aparece el estrato de arc.		PL; AQ; PR	
13 y 60	1948		43	71,8	37,4	4	PL; AQ; PR	
66 y 19	1948		36	67,5	32	8	PL; AQ; PR	
54 e/ 6 y 7	1949		40	66,5	32	8	PL; AQ; PR	
13 e/ 71 y 72	1951		51	67			PL; AQ; PR	
17 y 71	1951		39,9	67,5	35,8	4,1	PL; AQ; PR	
1y 72	1949		32,15	63,2	29,45	2,7	PL; AQ; PR	
47 y 115	1949		31	65	37	6	PL; AQ; PR	
7 y 72	1949		30	67,35	39,6	9,6	PL; AQ; PR	
47 y 22	1941		28,3	66,27	27,18		PL; esta marcado el nivel de agua	
52 y 120 (usina del bosque)			35	65,4	32,5	2,5	PL	
diag. 79 y 44 (Pza. Azcuenaga)		+ 12,86	32	59	28,65	3,35	PL	
52 y 120 (Usina del Bosque) P. nro 5		+ 12,56	20	60,5	15	5	PL	
52 y 120 (Usina del Bosque) P. nro 6		+ 11,46	20,5	59,85	17,5	3	PL	
52 e/ 28 Y 29			57	74			PL; AQ; EB; PR (verificar datos)	
72 Y 21	1970		38	68	34	4	EB; PL; PR	
52 Y 31 (Usina Parque San Martín) P. Nro 11		+ 18,66	34,5	63,2	29,6	4,9	PL; PR (Hay un perfil interesante)	
31 y 55 (Usina Parque San Martín) P. Nro 12		+ 18,66	36	65,7	33	3	PL; PR (Hay un perfil interesante)	
52 e/ 116 y 117 P. Nro. 1 (Usina del Bosque)	1930	+ 16,06	36,56	64,1	30,4	6,16	PL; PR	
52 e/ 116 y 117 P. Nro. 2 (Usina del Bosque)	1930	+ 16,06	47,9	62,20	33,46	14,44	PL; PR	
52 e/ 116 y 117 P. Nro. 3 (Usina del Bosque)	1930	+ 15,54	35,65	61,8	29,6	6,05	PL; PR	
57 e/ 116 y 117 P. Nro. 4 (Usina del Bosque)	1930	+ 14,57	42,5	63,8	29,6	12,9	PL; PR	
7 y 38 (Pza. Olazava) (Usina Parque San Martín)		+ 10,85	36	59	30	6	PL	
19 y 38 (Pza. Guemes) (Usina Parque San Martín)		+ 12,8	37	62	29,4	7,6	PL	
13 y 44 (Pza. Juan J. Paso) (Usina Parque San Martín)	1938	+ 8	45	68	28	17	PL	
Diag. 73 y 117 (Usina Parque San Martín)	1946	+ 14,53	39,60	64,5	22	17,6	PL; AQ; PR	
501 y Belgrano			31	60	26	5	PL; AQ; PR; PL	
Republica de los Niños							EB (Theis c/ datos)	
Republica de los Niños		+ 12					EB (c/ datos)	
M.B. Gonnet		+ 10					EB (c/ datos)	
10 e/ 502 y 503 (M.B. Gonnet)							EB (c/ datos) Pozo incompleto	
M.B Gonnet (DOSBA)		+ 10					EB (c/ datos)	
Lemit (M.B. Gonnet)		+ 12,5					EB (Hantush-Jacob c/ datos)	
496 e/15 y 15 bis			28,1	50,09	20,7		AQ; EB (c/datos, caudal variable) PL; PE (Sp y Rt)	
72 Y 21			38	68	34	4	EB (s/datos); PR ; PL	
Republica de los Niños			31	58,5	26	5	EB; PR; PL	
13 y 76			36,5	64	31,8	4,7	AQ; PR; PL	
54 e/ 6 y 7			40	60	32	8	AQ; PR; PL	
31 y 46 (Pza. San Martín)			37,5	62,1	33,95	3,55	PL	
18 e/ 462 y 463 (City Bell)			39	56	35	4	PL; PE (Sp y Rt); IL; IG; EB (c/datos); PR	
155 y 520			41	69,5	38	3	PL; PE (Sp y Rt); EB (c/datos)	
66 y 117			52	86	40	12	IG; PL; PE (Sp y Rt)	
155 y 32			37	65	34	3	IG; IL; PE (Sp y Rt); EB	
Melchor Romero Pozo n° 1			51	74	27	24	PL	
Melchor Romero Pozo n° 2			44	73,8	28	16	PL	

Tabla A.1. Información Obras Sanitarias.

51 e/ 26 y 27			26	62,5	20	6	PL
148 y 58			48	78	40	8	PL; EB (c/datos y gráficos); IL; IG; PE (Sp y Rt)
22 y 98			40	63	30	10	EB (c/ datos); IG; IL; PL; PE (Sp y Rt)
143 y 66				83			PR; PL; EB (s/datos)
51 e/ 26 y 27							NE
137 e/ 45 y 46	2008		46	68	36	10	IG; PL; IL; PE (Sp y Rt)
137 e/ 41 y 42	1970		38	67	27	11	PL; PR; EB
137 e/ 57 y 58			38	68	23	15	EB (s/datos); AQ; PL
Magdalena			35	70	28	7	PL
508 y 31	2007		42	58	38	4	IG; IL; PL; PE (Sp y Rt); EB (c/datos); PR
31 y 52							NE; ND (solo datos)
25 y 511	1965		35	61	31	4	IL; IG; PL; PE (Sp y Rt); EB (c/datos)
66 y 31							NE; PL; (no aparece el acuitardo)
47 e/1 y 115	1970		37	65	31	6	PL; AQ; PR
7 y 80			38	67	29	9	PL; EB; PR
52 y 115			41,3	61,8	35,65	5,65	PL
66 e/ 4 y 5	1947						PL (no hay acuitardo); PR; AQ
73 y 117	1945		25	64,5	22	3	PL; PR
137 e/ 67 y 68			49	72	31	18	PL; AQ
137 e/ 40 y 41			34	67	30	4	NE; PL; AQ; PR
1 y 58 (Usina Parque S. Martin)			43,5	71,2	40	3,5	PL
29 y 520							EB (c/datos)
52 y Av. Iraola			32,9	61,8	29,85	3,05	PR; PL; AQ

1 Y 32	1943		32,5	76	18,5	14	PL
1 Y 44 (Estación de tren roca)			36	68	30	6	PL
1 Y 44 (Estación de tren roca)	1947						No hay descripción
13 y 506 (M.B. Gonnet)		+ 11,5	32,9	56,8	20,4	12,56	PL
Av. Antartida 526 y 527		+4,5	31	56	19	12	PL
526 y 16			25	57,75	19,6	5,4	PL
Estación de tren Tolosa			51	70,12	44	7	PL; AQ
142 e/ 42 y 43							EB (Theis, c/ datos, calculo de caudal característico)
521 e/ 169 y 170		+ 25					EB (c/datos)
Camino Centenario y 510 (Lemit)		+ 12,5					EB (Hantush c/datos)
10 e/ 502 y 503							EB (c/datos)
Rep. De los Niños (M.B. Gonnet)							EB (Hantush - Jacob c/ datos, calculo de Caudal C.)
52 e/117 y 118 (Zoologico)							EB (Thes c/datos, Jacob, con muchos gráficos)
60 y 119							EB (c/datos, c/perfil)
7 y 80		+ 21					EB (c/datos)
140 y 52		+20					EB (c/datos)
66 y 143		+ 21					EB (c/datos)
33 y 131		+ 24					EB (c/datos)
72 Y 21		+ 12					EB (c/datos)
40 y 137		+ 22					EB (c/datos)
58 y 137		+ 11					EB (c/datos)
58 y 137		+ 19					EB (c/datos)
131 y 38		+ 11					EB (c/datos)
143 e/46 y 47		+ 14					
50 y 117							EB (Jacob c/datos y gráficos)

Tabla A.1. Información Obras Sanitarias (continuación)

N°	Zona	Dirección	Zona	Cota	Año	Prof. Techo Puelche (mts)	Prof. Piso Puelche (mts)	Espesor Puelche (mts)	Prof. Piso Pampeano (mts)	Espesor del Acuitardo (mts)	NE (mts) Aguanor	ND (mts) Aguanor	Observaciones
1	1	2 e/36 y 37	La Plata (Casco urbano)		2009	34	56	22	30.5	3.5	18.7	22.87	PL; DL; C
2	1	37 e/5 y 6	La Plata (Casco urbano)		2003	35	53.5	18.5	27	8	8.5	11	PL; DL; C
3	1	9 e/32 y 33	La Plata (Casco urbano)		2010	34	57.8	23.8	24.5	9.5	7.58	12.1	PL; DL; C
4	1	705 y 35	Gran La Plata (Ignacio Correa)		2009	44	70.3	26.3	35	9	8.25	15.7	PL; DL; C
5	1	Av. Julio A. Roca. Unidad N° 86	Gran La Plata (Campos de Roca)		2002	54	70.5	16.5	43	11	0.2	2.4	PL; DL; C
6	1	Area 60 sur	Brandsen		2009	53	68	15	45	8	2.05	6.72	PL; DL; C
7	1	46 e/ 6 y 7	La Plata (Casco urbano)		2010	39	56	17	35.5	3.5	18.75	22.95	PL; DL
8	1	617 y 143	Gran La Plata (Arana)		2003	48	65.5	17.5	42	6	10.2	15	PL; DL; C
9	1	137 y 32	Gran La Plata (Las Quintas)		2009	40	65	25	32	8	26.27	30.3	PL; DL
10	1	Av. 66 y 190	Gran La Plata (Olmos)		2010	51	77.5	26.5	45	6	27.85	35.86	PL; DL
11	1	36 e/21 y 22	La Plata (Casco urbano)		2003	38	56.5	18.5	27	11	8.5	14.5	PL; DL; C
12	1	Rta. 54 Km 1.1 Bavio	Bavio		2011	36.8	57.5	20.7	33	3.8	8.55	13.02	PL; DL; C
13	1	13 e/69 y 70	La Plata (Casco urbano)		2009	40	68	28	33	7	27.86		PL; DL; C; No toma ND
14	1	67 y 1	La Plata (Casco urbano)		2005	39	62	23	30	9	21.4	26.7	PL; DL; C
15	1	514 esq. Centenario	Gran La Plata (Tolosa)		2008	28	54.5	26.5	19	9	14.07	16.98	PL; DL
16	1	Estancia El Monte	Bavio		2006	42	59.5	17.5	33	9	6.7	10.1	PL; DL; C
17	1	18 esq 667	Gran La Plata (Villa Garibaldi)		2010	40	64.3	24.3	31	9	2.64	6.07	PL; DL; C
18	1	474 e/182 y 186	Gran La Plata (Colonia Urquiza)		2004	51	64.5	13.5	45	6	10	13.1	PL; DL; C
19	1	520 e/163	Gran La Plata (Melchor Romero)		2009	43	65	22	39	4	19.93		PL; DL
20	1	Lote N° 149	Gran La Plata (Campos de Roca)		2003	53	63.5	10.5	48	5	2.3	9.6	PL; DL; C
21	1	35 e/4 y 5	La Plata (Casco urbano)		2011	38	57.8	19.8	34.5	3.5	7.58	12.1	PL; DL; C
22	1	39 e/28 y 29	La Plata (Casco urbano)		2005	39	56	17	30	9	16.7	19.15	PL; DL; C
23	1	515 y 141.	Gran La Plata (Melchor Romero)		2008	45	62	17	36	9			PL; DL
24	1	137 y 96	Gran La Plata (Los Hornos)		2012	36	66.3	30.3	28	8	23.26	35.43	PL; DL; C
25	1	Ruta N° 36 Km 130	Alvarez Jonte		2009	54	76	22	45	9	6.6	10.14	PL; DL; C
26	1	32 e/3 y 4.	La Plata (Casco urbano)		2008	34	56	22	24.5	9.5	7.58	10.1	PL; DL
27	1	638 e/128 y 130	Gran La Plata (Villa Elvira)		2008	33	47.1	14.1	22	11	6.25	10.12	PL; DL
28	1	RP N° 36 y Calle 90	Gran La Plata (Olmos)		2011	54	63.2	9.2	43	11	13.05	16.5	PL; DL; C
29	1	158 y 75	Gran La Plata (Los Hornos)		2013	55.8	78	22.2	45.7	10.1	36.5	43.35	PL; DL; C
30	1	131 e/698 y 699	Gran La Plata (Ignacio Correa)		2009	44	70.3	26.3	35	9			PL; DL
31	1	33 e/120 y 121	La Plata (Casco urbano)		2004	48	59	11	30	18	11	13.5	PL; DL; C
32	1	520 esq. 154	Gran La Plata (Melchor Romero)		2005	40	59	19	29	11	13.7	17.35	PL; DL; C
33	1	Acacia y Aguilucho. Unidad N° 338	Gran La Plata (Campos de Roca)		2002	54	70.5	16.5	43	11	0.2	8	PL; DL; C
34	1	Calle 152 y Arana	Gran La Plata (Arturo Segur)		2010	47	65	18	33	14	8.75	13.92	PL; DL
35	1	RP N° 36 a 400m de AU 2	Gran La Plata (El Pato)		2010	51	69.5	18.5	33	18	11.85	15.86	PL; DL; C
36	1	513 e/212 y 216	Gran La Plata (Abasto)		2003	56	67	11	48	8	7.4	11	PL; DL; C
37	1	Nello Sequenza N° 1001	Brandsen		2010	51	75.1	24.1	45	6	3.78	18.15	PL; DL; C
38	1	28 e/529 y 530	Gran La Plata (Tolosa)		2010	30	55	25	24	6			PL; DL
39	1	Ruta N°2 Km. 78	Brandsen		2008	47	62	15	39	8	3.75	7.38	PL; DL; C
40	1	180 e/520 y 525	Gran La Plata (Melchor Romero)		2008	49	71.3	22.3	39	10	19.83	20.51	PL; DL; C
41	1	22 y 90			1994	43.5	63.5	20	31.5	12			PL; AG; PE (Sp y Rt); AQ
42	1	34 y 141			1994	42	62	20	37	5			EB; PL; AQ; PR; AG; PE (Sp y Rt)
43	1	32 y 148			1994	46	59	13	32	14			EB; PL; AQ; PR
44	1	520 y 143			1994	35	61.5	26.5	28	7			EB; PL; AQ; PR
45	1	38 y 147				40	60	20	36	4			EB; PL; AQ; PR; AG; PE (Sp y Rt); IL
46	1	32 e/ 144 y 145			1994	31.5	39	7.5	29	2.5			PL; PE (Sp y Rt); IL
47	1	22 y 600				35	63.8	28.8	30	5			EB; PL; PR; AG; PE (Sp y Rt); IL
48	1	146 y 528				29	54	25	27	2			EB; PL; AQ; AG
49	1	610 y 19			1994	45.5	64	18.5	40.5	5			EB; PL; AQ; PR
50	1	511 e/135 y 136			1994	42	59.3	17.3	39.5	2.5			EB; PL; PR; AG; IL
51	1	52 y 194 (carcel de olmos)			1970	53.9	71.9	18	45	8.9			PL; PR
52	1	48 y 192 (carcel de olmos)			1970	55	78	23	45	10			PL; PR; AQ; EB
53	1	521 e/169 y 170				50	78	28	40	10			PL; PR; AG; EB
54	1	13 y 76			1949	37	64	27	31.8	5.2			PL; PR; AQ; EB
55	1	7 y 76			1949	37.3	67	29.7	33	4.3			PL; AQ; PR
56	1	60 Y 149			1971	49	78	29	57	-8			PL; PR; EB
57	1	143 Y 66			1970	50	83	33		50			PL
58	1	32 Y 119				30	67.7	37.7	24	6			PL
59	1	52 Y 117	La Plata (Casco urbano)			30	60.5	30.5	25	5			PL
60	1	66 Y 19	La Plata (Casco urbano)			37	69.5	32.5	21	16			PL
61	1	44 Y 25	La Plata (Casco urbano)		1927	43.5	64.6	21.1	31	12.5			PL
62	1	48 Y 31	La Plata (Casco urbano)			44.3	64.3	20	36.5	7.8			PL
63	1	66 Y 7	La Plata (Casco urbano)			44	71	27	25	19			PL
64	1	70 e/ 115 y 116	La Plata (Casco urbano)		1919	31	51	20	29	2			PL; PR
65	1	66 e/ 4 y 5	La Plata (Casco urbano)		1949	41.3	61.76	20.46	35.65	5.65			PL; AQ; PR; Hay NE y ND
66	1	13 y 60	La Plata (Casco urbano)		1948	43	71.8	28.8	37.4	5.6			PL; AQ; PR
67	1	13 e/ 71 y 72	La Plata (Casco urbano)		1951	51	67	16		51			PL; AQ; PR
68	1	17 y 71	La Plata (Casco urbano)		1951	39.9	67.5	27.6	35.8	4.1			PL; AQ; PR
69	1	1y 72	La Plata (Casco urbano)		1949	32.15	63.2	31.05	29.45	2.7			PL; AQ; PR
70	1	47 y 115			1949	31	65	34	37	-6			PL; AQ; PR
71	1	7 y 72	La Plata (Casco urbano)		1949	30	67.35	37.35	39.6	-9.6			PL; AQ; PR
72	1	47 y 22	La Plata (Casco urbano)		1941	28.3	66.27	37.97	27.18	1.12			PL; esta marcado el nivel de agua
73	1	diag. 79 y 44 (Pza. Azcuenaga)	La Plata (Casco urbano)			32	59	27	28.65	3.35			PL
74	1	52 y 120 (Usina del Bosque) P. nro 5	La Plata (Casco urbano)			20	60.5	40.5	15	5			PL
75	1	52 e/ 28 Y 29	La Plata (Casco urbano)			57	74	17		57			PL; AQ; EB; PR (verificar datos)
76	1	52 Y 31 (Usina Parque San Martin) P. Nro 11	La Plata (Casco urbano)			34.5	63.2	28.7	29.6	4.9			PL; PR (Hay un perfil interesante)
77	1	31 y 55 (Usina Parque San Martin) P. Nro 12	La Plata (Casco urbano)			36	65.7	29.7	33	3			PL; PR (Hay un perfil interesante)
78	1	52 e/ 116 y 117 P. Nro. 3 (Usina del Bosque)	La Plata (Casco urbano)		1930	35.65	61.8	26.15	29.6	6.05			PL; PR
79	1	57 e/ 116 y 117 P. Nro. 4 (Usina del Bosque)	La Plata (Casco urbano)		1930	42.5	63.8	21.3	29.6	12.9			PL; PR
80	1	7 y 38 (Pza. Olazaval) (Usina Parque San Martin)	La Plata (Casco urbano)			36	59	23	30	6			PL
81	1	19 y 38 (Pza. Guemes) (Usina Parque San Martin)	La Plata (Casco urbano)			37	62	25	29.4	7.6			PL
82	1	13 y 44 (Pza. Juan J. Paso) (Usina Parque San Martin)	La Plata (Casco urbano)		1938	38.5	58	19.5	28	10.5			PL; NE y ND hay varios valores
83	1	Diag. 73 y 117 (Usina Parque San Martin)	La Plata (Casco urbano)		1946	39.6	64.5	24.9	22	17.6			PL; AQ; PR

Tabla A.2. Base preliminar de datos con 315 perforaciones.

258	4	28bis esq. 416	Gran La Plata (Villa Elisa)	2008	39	63.2	24.2	27	12	23.74	26.52	PL; DL
259	4	31 esq 411	Gran La Plata (Villa Elisa)	2008	39	59.6	20.6	30	9	12.62	19.27	PL; DL; C
260	4	514 bis y 137	Gran La Plata (Hernandez)	2010	40	58.5	18.5	32	8	27.77	30.5	PL; DL
261	4	414 y 24	Gran La Plata (Villa Elisa)	2004	36	54.5	18.5	30	6	8.3	14.5	PL; DL; C
262	4	408 e/30 y 31	Gran La Plata (Villa Elisa)	2003	39	60.5	21.5	33	6	8.5	12.3	PL; DL; C
263	4	Cno. Gral. Belgrano y Vergara	Gran Bs. As (Ranelagh)	2008	45	60.2	15.2	34	11	42.5	46.5	PL; DL; C
264	4	419 e/ 27bis y 28	Gran La Plata (Villa Elisa)	2010	39	52.6	13.6	28	11	11.4	14.35	PL; DL; C
265	4	418 e/134 y 135	Gran La Plata (Villa Elisa)	2009	40	65.4	25.4	29	11	13.15	16.44	PL; DL
266	4	137b y Arana	Gran La Plata (Villa Elisa)	2002	36.5	67.5	31	30	6.5	6.5	8.6	PL; DL; C
267	0	Barrio Pvo. El Carmen	Gran Bs. As (Hudson)	2006	42	63	21	30	12	26.2	29.36	PL; DL; C
268	0	Marinone N°1329	Gran Bs.As (Canning)	2010	41.5	71.2	29.7	40	1.5	13.06	14.9	PL; DL; C
269	0	Ruta Provincial 192 y Juan de Dios Filiberto	Gran Bs. As (Lujan)	2010	54	72.8	18.8	43	11	13.81	18.28	PL; DL; C
270	0	Ruta N° 200 Km. 70	Gran Bs As (Las Heras)	2005	59.5	86.5	27	59.5	0	7.05	11.95	PL; DL; C; Sin acuitardo (?)
271	0	25 de Mayo y Colon	Gran Bs. As (Buzaco)	2008	48	67.5	19.5	42	6	16.94	20.02	PL; DL
272	0	Barrio Pvo. Las Acacias	Gran Bs. As (Hudson)	2010	44	62	18	30	14	23,3/22,53	26,6/26,77	PL; DL; C
273	0	Barrio 1 Justicialista	Gran Bs. As (Ezeiza)	2004	36	54.5	18.5	27	9	9.4	12.5	PL; DL; C
274	0	Village Del Parque	Gran Bs. As (Gutierrez)	2010	42	63	21	30	12	26.2	29.5	PL; DL; C
275	0	Saavedra N° 1070	Gran Bs. As (Monte Grande)	2008	38	63.4	25.4	33	5			PL; DL
276	0	Av. Antartida Argentina	Zarate	2010	48	65	17	33	15			PL; DL
277	0	Martin Fierro y Vazquez	Gran Bs. As (Monte Grande)	2013	49	66.1	17.1	33	16	19.32	21.77	PL; DL; C; Da intervalo de espesor para techo y base Puelche
278	0	Asamblea N° 300	Gran Bs. As (Llavallol)	2013	46.3	58.4	12.1	39.7	6.6			PL; DL; C
279	0	Barrio San Jorge	Gran Bs. As (Don Torcuato)	2002	36	54	18	30	6	9.2	12.5	PL; DL; C
280	0	Fincas de Iraola lote:178	Gran Bs. As (Gutierrez)	2009	42	58.5	16.5	30	12	35.2	39.5	PL; DL; C
281	0	Golf Club Ranelagh	Gran Bs. As (Ranelagh)	2008	42	61.8	19.8	34	8			PL; DL
282	0	Barrio San Eduardo	Gran Bs. As (Pilar)	2013	47	62.4	15.4	41	6	13.97	23.7	PL; DL; C
283	0	Barrio San Matias	Gran Bs. As (Ing. Mascovich)	2013	46	53.2	7.2	11	35	16.4	28.7	PL; DL; C
284	0	Barrio San Matias	Gran Bs. As (Ing. Mascovich)	2013	18	39.5	21.5	11	7	2.7	12.1	PL; DL; C; misma ubicación anterior, espesore muy distintos
285	0	224 y 423	Gran La Plata (El Peligro)	2009	53	76.1	23.1	45	8			PL; DL
286	0	Country San Eliseo	San Vicente	2001	56	73	17	45	11	2.6	4.2	PL; DL; C
287	0	En el partido	Gran Bs. As (Tortuguitas)	2001	43	53	10	35	8	8.6	11.3	PL; DL; C
288	0	Barrio Pvo. Abril	Gran Bs. As (Hudson)	2008	40	57.5	17.5	30	10	29.75	32.3	PL; DL
289	0	123 y 60	Gran Bs. As (Berazategui)	2014	41.2	62.6	21.4	33	8.2	35.8	39.95	PL; DL; C
290	0	Country Club El Paraiso	Gran Bs. As (Guernica)	2009	51	69.5	18.5	45	6			PL; DL
291	0	Rta N° 36 Km. 140	Veronica	2008	60	76.1	16.1	51	9	6.02	9.21	PL; DL; C
292	0	Presidente Perón e Irigoin	Gran Bs. As (San Miguel)	2012	37	67.5	30.5	33	4	29.05	33.4	PL; DL; C
293	0	Av. Calchaqui y Rastreador Fournier	Gran Bs. As (Florencio Varela)	2010	41	64.1	23.1	33	8	14	20.95	PL; DL; C
294	0	Calle Nother	Gran Bs. As (Adroque)	2009	45	67.5	22.5	36	9	15.28	19.52	PL; DL; C
295	0	Bernardo de Yrigoyen e/ Canales y Mitre	Gran Bs. As (Jose Marmol)	2012	36	56.8	20.8	27	9	18.95	21.92	PL; DL; C
296	0	161 esq. 62	Gran Bs. As (Hudson)	2002	42			28	14	19.2	22	PL; DL; C; No se llegó base Puelche por posible salinización
297	0	Sarmiento e/Garibaldi y Santa Rosa	Gran Bs. As (Jose Leon Suarez)	2008	38	63.4	25.4	33	5	12.78	14.42	PL; DL
298	0	RAMIREZ 6439	Gran Bs. As (Rafael Calzada)	2011			54	24		5.05	11.6	PL; DL; No hay Puelche. 54 m arcillas azules
299	0	Calle Santamarina y José ingenieros	Gran Bs. As (Monte Grande)	2005	39	62	23	27	12	5.5	7.15	PL; DL; C
300	0	Rio Pilcomayo N° 450	Gran Bs. As (Loma Hermosa)	2009	33	55.5	22.5	24	9	6.1	9.92	PL; DL; C
301	0	Calle Fleming N° 2238	Gran Bs. As (Munro)	2008	35	62	27	33	2	12.2	18.8	PL; DL; C
302	0	El Carmencito	Gran Bs. As (Gutierrez)	2010	42	59.8	17.8	30	12	26.2	29.5	PL; DL; C
303	0	Av Constituyentes y Gutierrez	Gran Bs. As (Benavidez)	2012	39	53.2	14.2	21	18	10.55	13.02	PL;DL; C
304	0	Esteban de Luca e/Marquez y Kennedy	Gran Bs. As (Villa de Mayo)	2010	36	58.1	22.1	26.5	9.5	11.9	14.12	PL; DL; C. Ubicación??
305	0	Olazabal N° 339 esq Santa Rosa	Gran Bs. As (Ituzaingo)	2010	54.8	61.7	6.9	39	15.8	10.02	14.14	PL; DL
306	0	Ruta N° 2 Km 38	Gran Bs. As (Berazategui)	2011	54.6	71.2	16.6	45.2	9.4	19.05	29.3	PL; DL; C
307	0	Pilar del Este, barrio Santa Guadalupe	Gran Bs. As (Villa Rosa)	2011	42	62.2	20.2	36	6	15.25	18.12	PL; DL; C
308	0	Country Abril	Gran Bs. As (Hudson)	2006	40	57.5	17.5	33	7	28.2	33	PL; DL; C
309	0	Parque industrial Pilar Calle 9 esq 19	Gran Bs. As (Pilar)	2008	38	54.2	16.2	30	8	20.16	28.9	PL; DL; C
310	0	Moreno y 4 cuadras de Entre Ríos	Gran La Plata (Arturo Seguí)	2001	48	73	25	40	8	6.5	8.6	PL; DL; C
311	0	163 y 83	Gran Bs. As (Hudson)	2007	45	64	19	32	13	9.2	11.04	PL; DL; C
312	0	Los Robles N° 2100/3200	Gran Bs. As (Ezeiza)	2013	47	66	19	41	6	14.18	21.62	PL; DL; C
313	0	Terralagos	Gran Bs. As (Canning)	2014	51	68.5	17.5	40.5	10.5	18.5	29.8	PL; DL; C
314	0	Unidad Penitenciaria N° 46	Gran Bs. As (San Martin)	2012	34	46.3	12.3	21	13	3.1	12.25	PL; DL; C
315	0	Lote N° 13 Barrio "Los Retoños"	Gran Bs. As (Berazategui)	2006	41	52.5	11.5	33	8	31	34.3	PL; DL; C

Tabla A.2. Base preliminar de datos con 315 perforaciones (continuación)

NAME	Coordenas X	Coordenadas Y	COTA	ZONA	DIRECCIÓN	ZONA	Nivel techo Puelche (referido a cota)	Nivel piso Puelche (referido a cota)	PROF TECHO PUELCHÉ	PROF PISO PUELCHÉ	ESPESOR PUELCHÉ	PROF PAMPEANO	ESPESOR ACUITARDO	NE MTS	ND MTS
N1	6,412,429	6,138,295	16.4	1	2 e/36 y 37	La Plata (Casco urbano)	-18	-40	34	56	22	31	4	19	23
N2	6,412,149	6,137,884	14.8	1	37 e/5 y 6	La Plata (Casco urbano)	-20	-39	35	54	19	27	8	9	11
N3	6,411,358	6,137,923	7.6	1	9 e/32 y 33	La Plata (Casco urbano)	-26	-50	34	58	24	25	10	8	12
N4	6,423,410	6,123,403	13.7	1	705 y 35	Gran La Plata (Ignacio Correa)	-30	-56	44	70	26	35	9	8	16
N7	6,412,989	6,136,943	17.8	1	46 e/6 y 7	La Plata (Casco urbano)	-21	-38	39	56	17	36	4	19	23
N9	6,408,697	6,134,970	14.6	1	137 y 32	Gran La Plata (Las Quintas)	-25	-50	40	65	25	32	8	26	30
N10	6,406,969	6,126,695	24.2	1	Av. 66 y 190	Gran La Plata (Olmos)	-27	-54	51	78	27	45	6	28	36
N11	6,410,547	6,136,285	9.6	1	36 e/21 y 22	La Plata (Casco urbano)	-28	-47	38	57	19	27	11	9	15
N13	6,414,464	6,134,441	20.5	1	13 e/69 y 70	La Plata (Casco urbano)	-20	-48	40	68	28	33	7	28	0
N14	6,415,303	6,135,947	19.6	1	67 y 1	La Plata (Casco urbano)	-19	-42	39	62	23	30	9	21	27
N15	6,408,715	6,138,880	7.9	1	514 esq. Centenario	Gran La Plata (Tolosa)	-20	-47	28	55	27	19	9	14	17
N17	6,421,835	6,126,715	8.9	1	18 esq 667	Gran La Plata (Villa Garibaldi)	-31	-55	40	64	24	31	9	3	6
N18	6,399,929	6,134,033	22.0	1	474 e/182 y 186	Gran La Plata (Colonia Urquiza)	-29	-43	51	65	14	45	6	10	13
N19	6,404,988	6,133,374	20.6	1	520 e/163	Gran La Plata (Melchor Romero)	-22	-44	43	65	22	39	4	20	0
N21	6,412,036	6,138,160	14.3	1	35 e/4 y 5	La Plata (Casco urbano)	-24	-44	38	58	20	35	4	8	12
N22	6,410,226	6,135,274	11.6	1	39 e/28 y 29	La Plata (Casco urbano)	-27	-44	39	56	17	30	9	17	19
N23	6,406,541	6,136,131	16.6	1	515 y 141.	Gran La Plata (Melchor Romero)	-28	-45	45	62	17	36	9	0	0
N24	6,414,516	6,129,776	17.5	1	137 y 96	Gran La Plata (Los Hornos)	-19	-49	36	66	30	28	8	23	35
N26	6,411,818	6,138,548	12.4	1	32 e/3 y 4.	La Plata (Casco urbano)	-22	-44	34	56	22	25	10	8	10
N27	6,419,074	6,127,672	17.9	1	638 e/128 y 130	Gran La Plata (Villa Elvira)	-15	-29	33	47	14	22	11	6	10
N28	6,408,972	6,124,642	23.8	1	RP N° 36 y Calle 90	Gran La Plata (Olmos)	-30	-39	54	63	9	43	11	13	17
N29	6,410,765	6,129,247	22.9	1	158 y 75	Gran La Plata (Los Hornos)	-33	-55	56	78	22	46	10	37	43
N30	6,422,869	6,123,398	13.3	1	131 e/698 y 699	Gran La Plata (Ignacio Correa)	-31	-57	44	70	26	35	9	0	0
N31	6,412,756	6,139,407	8.1	1	33 e/120 y 121	La Plata (Casco urbano)	-40	-51	48	59	11	30	18	11	14
N32	6,405,821	6,134,341	16.8	1	520 esq. 154	Gran La Plata (Melchor Romero)	-23	-42	40	59	19	29	11	14	17
N34	6,396,983	6,138,686	23.5	1	Calle 152 y Arana	Gran La Plata (Arturo Seguí)	-24	-42	47	65	18	33	14	9	14
N38	6,409,295	6,136,199	9.9	1	28 e/529 y 530	Gran La Plata (Tolosa)	-20	-45	30	55	25	24	6	0	0
N40	6,403,500	6,131,539	24.8	1	180 e/520 y 525	Gran La Plata (Melchor Romero)	-24	-46	49	71	22	39	10	20	21
N41	6,415,492	6,131,800	15.8	1	22 y 90		-28	-48	44	64	20	32	12	0	0
N42	6,408,503	6,134,390	15.5	1	34 y 141		-27	-47	42	62	20	37	5	0	0
N44	6,406,854	6,135,480	13.3	1	520 y 143		-22	-49	35	62	27	28	7	0	0
N45	6,408,271	6,133,271	16.2	1	38 y 147		-24	-44	40	60	20	36	4	0	0
N46	6,408,008	6,134,261	14.2	1	32 e/ 144 y 145		-18	-25	32	39	8	29	3	0	0
N47	6,416,495	6,130,912	14.6	1	22 y 600		-20	-49	35	64	29	30	5	0	0
N49	6,417,527	6,130,868	16.4	1	610 y 19		-30	-48	46	64	19	41	5	0	0
N50	6,406,757	6,137,077	18.8	1	511 e/135 y 136		-23	-40	42	59	17	40	3	0	0
N52	6,405,189	6,127,753	23.7	1	48 y 192 (carcel de olmos)		-31	-54	55	78	23	45	10	0	0
N53	6,404,434	6,132,571	23.5	1	521 e/169 y 170		-27	-55	50	78	28	40	10	0	0
N54	6,415,085	6,133,893	18.0	1	13 y 76		-19	-46	37	64	27	32	5	0	0
N55	6,415,638	6,134,521	18.8	1	7 y 76		-18	-48	37	67	30	33	4	0	0
N58	6,412,528	6,139,333	9.0	1	32 Y 119		-21	-59	30	68	38	24	6	0	0
N59	6,414,338	6,137,587	14.6	1	52 Y 117	La Plata (Casco urbano)	-15	-46	30	61	31	25	5	0	0
N60	6,412,896	6,134,707	15.1	1	66 Y 19	La Plata (Casco urbano)	-22	-55	37	70	33	21	16	0	0
N61	6,411,078	6,135,186	16.3	1	44 Y 25	La Plata (Casco urbano)	-28	-49	44	65	21	31	13	0	0
N62	6,410,901	6,134,225	17.1	1	48 Y 31	La Plata (Casco urbano)	-27	-47	44	64	20	37	8	0	0
N63	6,414,637	6,135,399	21.5	1	66 Y 7	La Plata (Casco urbano)	-23	-50	44	71	27	25	19	0	0
N64	6,415,724	6,135,763	16.9	1	70 e/ 115 y 116	La Plata (Casco urbano)	-14	-34	31	51	20	29	2	0	0
N65	6,414,856	6,135,639	21.3	1	66 e/ 4 y 5	La Plata (Casco urbano)	-20	-41	41	62	20	36	6	0	0
N66	6,413,450	6,135,323	19.4	1	13 y 60	La Plata (Casco urbano)	-24	-53	43	72	29	37	6	0	0
N68	6,414,245	6,133,896	21.3	1	17 y 71	La Plata (Casco urbano)	-19	-47	40	68	28	36	4	0	0
N69	6,415,863	6,135,448	17.0	1	1y 72	La Plata (Casco urbano)	-15	-46	32	63	31	29	3	0	0
N72	6,411,636	6,135,223	12.6	1	47 y 22	La Plata (Casco urbano)	-15	-53	28	66	38	27	1	0	0
N73	6,411,636	6,135,827	12.8	1	diag. 79 y 44 (Pza. Azcuena)	La Plata (Casco urbano)	-19	-46	32	59	27	29	3	0	0
N74	6,414,546	6,137,865	13.1	1	52 y 120 (Usina del Bosque) P. nro 5	La Plata (Casco urbano)	-7	-48	20	61	41	15	5	0	0
N76	6,411,141	6,134,015	17.1	1	52 Y 31 (Usina Parque San Martin) P. Nro 11	La Plata (Casco urbano)	-18	-46	35	63	29	30	5	0	0
N77	6,411,340	6,133,825	16.9	1	31 y 55 (Usina Parque San Martin) P. Nro 12	La Plata (Casco urbano)	-19	-49	36	66	30	33	3	0	0
N78	6,414,102	6,137,324	15.8	1	52 e/ 116 y 117 P. Nro. 3 (Usina del Bosque)	La Plata (Casco urbano)	-20	-46	36	62	26	30	6	0	0
N79	6,414,083	6,137,310	15.8	1	57 e/ 116 y 117 P. Nro. 4 (Usina del Bosque)	La Plata (Casco urbano)	-27	-48	43	64	21	30	13	0	0
N80	6,412,117	6,137,630	14.1	1	7 y 38 (Pza. Olazavall) (Usina Parque San Martin)	La Plata (Casco urbano)	-22	-45	36	59	23	30	6	0	0
N81	6,411,003	6,136,365	10.7	1	19 y 38 (Pza. Guemes) (Usina Parque San Martin)	La Plata (Casco urbano)	-26	-51	37	62	25	29	8	0	0
N82	6,412,190	6,136,427	12.8	1	13 y 44 (Pza. Juan J. Paso) (Usina Parque San Martin)	La Plata (Casco urbano)	-26	-45	39	58	20	28	11	0	0
N83	6,415,783	6,136,069	15.1	1	Diag. 73 y 117 (Usina Parque San Martin)	La Plata (Casco urbano)	-25	-50	40	65	25	22	18	0	0
N84	6,413,966	6,133,387	21.7	1	72 Y 21	La Plata (Casco urbano)	-16	-46	38	68	30	34	4	0	0
N85	6,413,543	6,136,461	16.6	1	54 e/ 6 y 7	La Plata (Casco urbano)	-23	-43	40	60	20	32	8	0	0
N86	6,410,726	6,134,375	16.5	1	31 y 46 (Pza. San Martin)	La Plata (Casco urbano)	-21	-45	38	62	25	34	4	0	0
N87	6,405,736	6,134,227	17.3	1	155 y 520		-24	-53	41	70	29	38	3	0	0
N89	6,407,004	6,133,104	14.7	1	155 y 32		-22	-50	37	65	28	34	3	0	0
N90	6,403,965	6,132,167	23.5	1	Melchor Romero Pozo n° 2		-20	-50	44	74	30	28	16	0	0
N91	6,411,594	6,134,582	13.3	1	51 e/ 25 y 26	La Plata (Casco urbano)	-13	-50	26	63	37	20	6	0	0
N92	6,410,048	6,131,907	19.7	1	148 y 58		-28	-58	48	78	30	40	8	0	0
N93	6,416,107	6,131,261	14.6	1	22 y 98		-25	-48	40	63	23	30	10	0	0
N95	6,409,662	6,134,110	12.7	1	137 e/ 41 y 42		-25	-54	38	67	29	27	11	0	0

Tabla A.3. Base final de datos con 252 perforaciones.

N96	6,411,012	6,132,903	19.7	1	137 e/ 57 y 58		-18	-48	38	68	30	23	15	0	0
N98	6,407,632	6,138,236	16.0	1	25 y 511		-19	-45	35	61	26	31	4	0	0
N99	6,413,605	6,137,451	18.0	1	47 e/1 y 115	La Plata (Casco urbano)	-19	-47	37	65	28	31	6	0	0
N100	6,416,036	6,134,158	18.2	1	7 y 80	La Plata (Casco urbano)	-20	-49	38	67	29	37	1	0	0
N101	6,413,948	6,137,168	16.1	1	52 y 115	La Plata (Casco urbano)	-25	-46	41	62	21	36	6	0	0
N102	6,416,241	6,135,677	11.8	1	73 y 117		-13	-53	25	65	40	22	3	0	0
N103	6,412,019	6,132,019	21.3	1	137 e/ 67 y 68		-28	-51	49	72	23	31	18	0	0
N104	6,409,508	6,134,246	11.6	1	137 e/ 40 y 41		-22	-55	34	67	33	30	4	0	0
N105	6,414,361	6,136,773	15.0	1	1 y 58 (Usina Parque S. Martin)	La Plata (Casco urbano)	-29	-56	44	71	28	40	4	0	0
N106	6,414,046	6,137,226	15.8	1	52 y Av. Iraola	La Plata (Casco urbano)	-17	-46	33	62	29	30	3	0	0
N107	6,411,997	6,138,858	12.0	1	1 Y 32	La Plata (Casco urbano)	-21	-64	33	76	44	19	14	0	0
N108	6,413,315	6,137,721	18.6	1	1 Y 44 (Estación de tren roca)	La Plata (Casco urbano)	-17	-49	36	68	32	30	6	0	0
N109	6,408,231	6,139,979	7.2	1	13 y 506 (M.B. Gonnet)		-26	-50	33	57	24	20	13	0	0
N110	6,410,772	6,138,540	5.0	1	Av. Antartida 526 y 527		-26	-51	31	56	25	19	12	0	0
N111	6,410,024	6,137,804	6.0	1	526 y 16		-19	-52	25	58	33	20	5	0	0
N112	6,411,280	6,139,420	9.9	1	Estación de tren Tolosa		-41	-60	51	70	19	44	7	0	0
N113	6,411,686	6,134,835	12.1	1	50 y 24	La Plata (Casco urbano)	-30	-45	42	57	15	39	4	0	0
N114	6,414,306	6,135,031	20.6	1	66 e/ 10 y 11	La Plata (Casco urbano)	-28	-51	49	72	23	29	20	0	0
N115	6,414,129	6,137,610	15.8	1	50 e 117 y 118		-32	-46	48	62	14	33	14	0	0
N116	6,406,074	6,139,637	11.0	2	493 e/ Camino Gral. Belgrano y 21	Gran La Plata (Gonnet)	-25	-44	36	55	19	27	9	19	22
N117	6,404,665	6,138,368	16.4	2	133 esquina 484	Gran La Plata (Gonnet)	-26	-41	42	57	15	27	15	22	26
N118	6,405,156	6,139,360	16.1	2	26 e/ 485 y 487	Gran La Plata (Gonnet)	-20	-35	36	51	15	27	9	0	0
N119	6,407,279	6,140,712	3.6	2	13 y 496	Gran La Plata (Villa Castells)	-38	4	42	0	0	37	5	7	9
N120	6,407,343	6,140,651	3.6	2	13 e/496 Y 497	Gran La Plata (Gonnet)	-36	-51	40	55	15	30	10	11	14
N121	6,403,542	6,136,404	18.2	2	480 e/148 y 152	Gran La Plata (Gorina)	-24	-44	42	62	20	35	7	17	26
N122	6,406,043	6,139,115	13.4	2	26 e/ 493 y 495	Gran La Plata (Gonnet)	-23	-38	36	51	15	27	9	20	25
N123	6,406,534	6,140,022	7.0	2	495 bis e/18 y 19	Gran La Plata (Gonnet)	-23	-45	30	52	22	24	6	19	21
N124	6,406,424	6,140,770	4.2	2	14bis e/492 y 490	Gran La Plata (Gonnet)	-29	-45	33	49	16	27	6	14	16
N125	6,406,064	6,139,109	13.4	2	26 esq 494	Gran La Plata (Gonnet)	-23	-42	36	55	19	27	9	21	23
N126	6,407,847	6,138,964	12.5	2	20 e/508 y 509	Gran La Plata (Gonnet)	-27	-51	40	64	24	27	13	0	0
N127	6,407,377	6,141,146	2.2	2	495 esq. 9	Gran La Plata (Villa Castells)	-39	-51	41	53	12	33	8	7	9
N128	6,407,046	6,139,497	9.9	2	21 e/501 y 502	Gran La Plata (Gonnet)	-20	-44	30	54	24	24	6	22	25
N129	6,404,909	6,139,730	16.0	2	483 esq. 23	Gran La Plata (Gonnet)	-26	-39	42	55	13	27	15	15	17
N130	6,405,733	6,140,816	9.2	2	15 e/486 y 487	Gran La Plata (Gonnet)	-32	-48	41	57	16	36	5	11	14
N131	6,405,254	6,139,654	14.8	2	486 e/23 y Cortada	Gran La Plata (Gonnet)	-20	-38	35	53	18	24	11	0	0
N132	6,406,118	6,139,335	11.8	2	494 e/25 y 26	Gran La Plata (Gonnet)	-24	-43	36	55	19	27	9	21	23
N133	6,405,934	6,139,148	13.1	2	26 esq sur calle 493	Gran La Plata (Gonnet)	-24	-41	37	54	17	28	10	13	16
N134	6,405,839	6,140,540	8.5	2	16bis e/ 489 y 490	Gran La Plata (Gonnet)	-21	-42	30	51	21	23	7	16	19
N135	6,405,606	6,139,234	14.2	2	26 e/ 489 y 491	Gran La Plata (Gonnet)	-21	-40	35	54	19	24	11	21	24
N136	6,405,582	6,139,120	15.2	2	27 e/ 489 y 491	Gran La Plata (Gonnet)	-20	-39	35	54	19	24	11	0	0
N137	6,406,138	6,139,005	13.4	2	495 e/27 y 26	Gran La Plata (Gonnet)	-23	-42	36	55	19	27	9	20	25
N138	6,405,872	6,140,647	8.2	2	489 e/ 15bis y 16	Gran La Plata (Gonnet)	-23	-43	31	51	20	24	7	15	20
N139	6,408,169	6,141,225	2.0	2	5 y 501	Gran La Plata (Villa Castells)	-43	-49	45	51	6	27	18	8	15
N140	6,407,576	6,139,242	11.5	2	506 esq 20	Gran La Plata (Gonnet)	-23	-48	35	60	25	27	8	27	29
N141	6,405,961	6,138,796	14.8	2	494 esq 29	Gran La Plata (Gonnet)	-20	-41	35	56	21	27	8	22	24
N142	6,406,344	6,139,280	11.2	2	Calle 496 esq 24	Gran La Plata (Gonnet)	-20	-42	31	53	22	26	6	11	13
N143	6,406,182	6,140,701	5.2	2	15 e/ 490 y 492	Gran La Plata (Gonnet)	-27	-45	32	50	18	25	7	15	20
N144	6,406,794	6,140,212	5.9	2	496 e/15bis y 16	Gran La Plata (Gonnet)	-25	-46	31	52	21	24	7	19	21
N145	6,407,123	6,139,619	9.9	2	20 e/501 y 502	Gran La Plata (Gonnet)	-20	-44	30	54	24	24	6	22	25
N146	6,407,808	6,139,500	10.3	2	506 e/17 y 18	Gran La Plata (Gonnet)	-20	-47	30	57	27	24	6	24	28
N147	6,407,717	6,139,279	10.5	2	19 e/506 y 507	Gran La Plata (Gonnet)	-28	-48	39	59	20	27	12	26	31
N148	6,405,415	6,139,417	15.0	2	25 e/ 487 y 489	Gran La Plata (Gonnet)	-21	-40	36	55	19	27	9	20	22
N149	6,406,879	6,139,333	10.8	2	501 y Belgrano		-20	-49	31	60	29	26	5	0	0
N150	6,406,931	6,140,411	5.1	2	496 e/15 y 15 bis		-23	-45	28	50	22	21	7	0	0
N151	6,406,814	6,139,752	8.9	2	Republica de los Niños		-22	-50	31	59	28	26	5	0	0
N152	6,406,751	6,137,894	17.7	2	508 y 31		-24	-40	42	58	16	38	4	0	0
N153	6,404,426	6,141,972	6.3	3	13a e/471 y 467.	Gran La Plata (City Bell)	-39	-52	45	58	13	33	12	0	0
N154	6,403,220	6,138,499	16.7	3	135 e/472 y 473	Gran La Plata (City Bell)	-25	-40	42	57	15	24	18	11	14
N155	6,404,006	6,140,129	15.5	3	Camino Gral. Belgrano esquina 474	Gran La Plata (City Bell)	-22	-43	38	59	21	31	7	29	32
N156	6,402,703	6,139,199	14.5	3	466 e/131 y 132	Gran La Plata (City Bell)	-26	-41	41	56	15	32	9	15	17
N157	6,402,730	6,138,896	16.4	3	133 bis e/468 y 469	Gran La Plata (City Bell)	-28	-44	44	60	16	30	14	17	21
N158	6,404,850	6,142,444	4.6	3	9 e/472 y 471	Gran La Plata (City Bell)	-32	-44	37	49	12	24	13	3	4
N159	6,404,416	6,140,919	14.0	3	15a e/ Pellegrini y Guemes	Gran La Plata (City Bell)	-21	-45	35	59	24	27	8	24	27
N160	6,402,564	6,137,407	18.7	3	Lote Nº 302 Grand Bell	Gran La Plata (City Bell)	-26	-40	45	59	14	27	18	9	11
N161	6,404,283	6,140,045	15.6	3	Camino Gral. Belgrano e/476 y 478	Gran La Plata (City Bell)	-21	-42	37	58	21	31	6	0	0
N162	6,401,688	6,139,731	11.1	3	454 e/30 y 31	Gran La Plata (City Bell)	-28	-48	39	59	20	27	12	0	0
N163	6,399,695	6,141,510	11.2	3	25 e 419 y 420	Gran La Plata (Villa Elisa)	-25	-54	36	65	29	31	5	0	0
N164	6,403,117	6,138,837	18.7	3	471 e/132b y 133	Gran La Plata (City Bell)	-27	-40	46	59	13	35	11	17	21
N165	6,404,095	6,140,828	13.9	3	Cantillo y 17	Gran La Plata (City Bell)	-31	-48	45	62	17	36	9	20	22
N166	6,401,267	6,140,801	9.7	3	448 e/Camino Gral. Belgrano y Calle 23	Gran La Plata (City Bell)	-23	-45	33	55	22	24	9	10	15
N167	6,403,412	6,138,562	15.8	3	474 esq 134	Gran La Plata (City Bell)	-30	-43	46	59	13	35	11	16	20
N168	6,404,648	6,141,318	12.1	3	14a e/ Guemes y Pellegrini	Gran La Plata (City Bell)	-43	-46	55	58	3	30	25	21	36
N169	6,399,350	6,142,859	12.2	3	24 e/59 y 60	Gran La Plata (Villa Elisa)	-29	-48	41	60	20	25	16	11	11
N170	6,402,724	6,139,281	13.5	3	465 e/ 31b y 131	Gran La Plata (City Bell)	-22	-41	36	55	19	28	8	9	10
N171	6,402,907	6,138,772	18.0	3	133 b e/469 y 470	Gran La Plata (City Bell)	-28	-42	46	60	14	41	5	13	19

Tabla A.3. Base final de datos con 252 perforaciones (continuación)

N172	6,403,284	6,138,860	18.9	3	132b e/470 y 473	Gran La Plata (City Bell)	-24	-40	43	59	16	36	7	20	25
N173	6,404,412	6,142,439	4.1	3	466 e/11 y 10	Gran La Plata (City Bell)	-32	-46	36	50	14	29	7	3	5
N174	6,402,959	6,139,489	14.4	3	30 e/467 y 467b	Gran La Plata (City Bell)	-28	-44	42	58	16	33	9	0	0
N175	6,403,229	6,139,123	18.2	3	31 bis (ex132) e/473 y 471	Gran La Plata (City Bell)	-25	-41	43	59	16	35	8	22	25
N176	6,403,180	6,140,155	14.5	3	466 e/23 y 24	Gran La Plata (City Bell)	-25	-47	40	62	22	33	7	0	30
N177	6,403,437	6,139,364	16.5	3	30 y Cantilo	Gran La Plata (City Bell)	-21	-43	37	59	22	30	7	8	10
N179	6,399,944	6,139,266	13.3	3	441 e/ 136 y 137	Gran La Plata (City Bell)	-20	-41	33	54	21	27	6	4	5
N180	6,404,634	6,141,584	10.7	3	13c e/473bis y 474	Gran La Plata (City Bell)	-28	-41	39	52	13	30	9	15	21
N181	6,401,328	6,138,878	14.7	3	453 y 135	Gran La Plata (City Bell)	-29	-42	44	57	13	31	13	13	18
N182	6,400,864	6,140,987	9.6	3	444 esq 23	Gran La Plata (City Bell)	-21	-47	31	57	26	25	6	8	11
N183	6,400,871	6,140,015	13.3	3	30 e/446 y 447	Gran La Plata (City Bell)	-20	-45	33	58	25	24	9	14	18
N185	6,403,619	6,142,204	7.2	3	13c e/461d y 461e	Gran La Plata (City Bell)	-40	-60	47	67	21	25	22	0	0
N186	6,401,423	6,140,495	10.7	3	450 esq 25	Gran La Plata (City Bell)	-22	-47	33	58	25	27	6	12	15
N187	6,403,446	6,138,938	17.3	3	132 e/474 y 470	Gran La Plata (City Bell)	-29	-42	46	59	13	35	11	0	0
N188	6,402,278	6,138,470	14.2	3	Golf Club de Estudiantes de La Plata	Gran La Plata (City Bell)	-24	-38	38	52	15	28	10	0	0
N189	6,405,020	6,142,454	5.0	3	8 e/474 y 472	Gran La Plata (City Bell)	-36	-55	41	60	19	30	11	8	12
N190	6,404,729	6,142,337	5.1	3	471 e/10 y 11	Gran La Plata (City Bell)	-35	-56	40	61	21	33	7	0	0
N191	6,402,577	6,139,981	10.6	3	461 e/26 y 28	Gran La Plata (City Bell)	-27	-50	38	61	23	27	11	8	15
N193	6,402,561	6,137,039	18.4	3	Lote Nº 171 Grand Bell	Gran La Plata (City Bell)	-27	-36	45	54	9	28	18	5	10
N194	6,403,734	6,141,361	9.8	3	465 e/15ª y 17	Gran La Plata (City Bell)	-26	-44	36	54	18	29	7	23	27
N195	6,404,074	6,141,116	11.7	3	15a e/471 y 472	Gran La Plata (City Bell)	-27	-43	39	55	16	27	12	22	25
N196	6,403,386	6,138,643	15.8	3	136 bis e/473 y cortada	Gran La Plata (City Bell)	-26	-40	42	56	14	27	15	0	0
N197	6,402,825	6,140,180	12.3	3	464 e/27 y 28	Gran La Plata (City Bell)	-24	-47	36	59	23	24	12	17	21
N198	6,401,124	6,140,046	13.0	3	29 e/448 y 449	Gran La Plata (City Bell)	-20	-46	33	59	26	24	9	12	15
N199	6,402,382	6,140,443	10.1	3	23 e/458 y cortada	Gran La Plata (City Bell)	-23	-45	33	55	22	24	9	0	0
N200	6,406,129	6,138,229	16.9	3	501 e/131 y 132	Gran La Plata (City Bell)	-19	-38	36	55	19	30	6	21	24
N201	6,404,814	6,140,907	14.7	3	15 y 478	Gran La Plata (City Bell)	-21	-43	36	58	22	27	9	22	28
N202	6,403,376	6,138,454	15.2	3	474 esq 135	Gran La Plata (City Bell)	-31	-41	46	56	10	35	11	0	0
N203	6,403,501	6,140,262	16.3	3	Camino Gral. Belgrano esq 471	Gran La Plata (City Bell)	-24	-46	40	62	22	28	12	0	0
N204	6,402,566	6,138,784	14.8	3	134 e/467 y 464	Gran La Plata (City Bell)	-27	-47	42	62	20	33	9	19	21
N205	6,402,743	6,140,269	11.4	3	462 e/24 y 26	Gran La Plata (City Bell)	-25	-48	36	59	23	24	12	17	21
N206	6,404,118	6,141,090	12.0	3	15a esq. 472	Gran La Plata (City Bell)	-24	-43	36	55	19	27	9	23	27
N207	6,404,225	6,142,232	5.4	3	465 e/5 y Centenario	Gran La Plata (City Bell)	-38	-52	43	57	14	34	9	11	13
N208	6,405,259	6,142,066	7.8	3	476 e/10 y 11	Gran La Plata (City Bell)	-32	-50	40	58	18	30	10	0	0
N209	6,401,320	6,140,442	11.2	3	26 e/449 y 450	Gran La Plata (City Bell)	-22	-47	33	58	25	27	6	11	14
N210	6,402,815	6,137,235	16.2	3	Lote Nº 94 Grand Bell	Gran La Plata (City Bell)	-25	-39	41	55	14	30	12	12	14
N211	6,403,187	6,138,660	18.2	3	472 e/133 y 134	Gran La Plata (City Bell)	-23	-37	41	55	14	32	9	17	19
N212	6,401,357	6,140,717	10.2	3	449 Nº 2795 esquina 23 bis	Gran La Plata (City Bell)	-23	-45	33	55	22	24	9	0	13
N213	6,404,492	6,140,421	16.1	3	19 e/477 y 478	Gran La Plata (City Bell)	-22	-40	38	56	18	29	9	0	0
N214	6,404,671	6,141,700	9.2	3	13b e/ Cantilo y 473bis	Gran La Plata (City Bell)	-46	-48	55	57	3	30	25	0	0
N215	6,403,842	6,139,920	15.3	3	24 e/Guemes y Montegudo	Gran La Plata (City Bell)	-14	-41	29	56	27	27	3	18	19
N216	6,402,918	6,138,845	17.4	3	133 e/469 y 470	Gran La Plata (City Bell)	-28	-40	45	57	12	33	12	14	18
N217	6,404,165	6,141,862	7.9	3	13c esq 466	Gran La Plata (City Bell)	-39	-49	47	57	10	33	14	13	19
N218	6,402,259	6,137,263	17.8	3	Lote Nº 195 Grand Bell	Gran La Plata (City Bell)	-21	-35	39	53	14	31	9	4	7
N219	6,401,896	6,140,036	9.9	3	455 e/27 y 28	Gran La Plata (City Bell)	-23	-45	33	55	22	24	9	0	0
N220	6,400,830	6,140,063	13.4	3	446 esquina 30	Gran La Plata (City Bell)	-23	-47	36	60	24	27	9	0	0
N221	6,400,064	6,140,639	11.7	3	426 y 28	Gran La Plata (Villa Elisa)	-19	-45	31	57	26	23	9	1	3
N222	6,403,566	6,142,221	7.2	3	13c esq 461d	Gran La Plata (City Bell)	-32	-51	39	58	19	30	9	9	11
N223	6,403,267	6,141,185	11.7	3	18 e/ 462 y 463 (City Bell)	Gran La Plata (City Bell)	-27	-44	39	56	17	35	4	0	0
N224	6,399,052	6,141,335	13.5	4	416 e/28 y28bis	Gran La Plata (Villa Elisa)	-26	-50	39	63	24	28	11	15	18
N225	6,399,411	6,141,230	12.4	4	27bis e/419 y 421	Gran La Plata (Villa Elisa)	-24	-44	36	56	20	27	9	0	0
N228	6,407,064	6,137,618	17.9	4	31 esq 511	Gran La Plata (Hernandez)	-23	-44	41	62	21	30	11	30	33
N229	6,398,455	6,140,693	16.9	4	416 e/134 y 135	Gran La Plata (Villa Elisa)	-29	-44	46	61	15	39	7	12	15
N230	6,399,064	6,141,808	13.0	4	413 e/26 y 27	Gran La Plata (Villa Elisa)	-25	-52	38	65	27	29	9	15	17
N232	6,400,619	6,141,223	9.2	4	San Martín e/21 y 22	Gran La Plata (Villa Elisa)	-35	-55	44	64	20	37	7	15	24
N233	6,400,521	6,141,121	10.0	4	Camino Gral. Belgrano esq Calle 426	Gran La Plata (Villa Elisa)	-23	-46	33	56	23	22	11	0	0
N235	6,405,648	6,137,108	21.0	4	503 e/140 y 141	Gran La Plata (Hernandez)	-18	-38	39	59	20	27	12	21	23
N236	6,399,673	6,141,543	11.2	4	Camino Gral. Belgrano y Arana (419)	Gran La Plata (Villa Elisa)	-26	-40	37	51	14	30	7	10	14
N237	6,399,769	6,140,617	12.2	4	424 e/29 y 30	Gran La Plata (Villa Elisa)	-24	-46	36	58	22	27	9	3	11
N238	6,399,874	6,142,352	10.8	4	Calle 415 e/19 y 20	Gran La Plata (Villa Elisa)	-37	-51	48	62	14	34	14	13	16
N239	6,401,601	6,136,204	16.5	4	467 esq 155	Gran La Plata (Gorina)	-29	-47	46	64	18	35	11	10	13
N240	6,400,878	6,144,089	7.3	4	49 esq 7	Gran La Plata (Villa Elisa)	-37	-56	44	63	19	33	11	0	0
N241	6,400,636	6,143,288	9.0	4	15 Ex 23 e/49 y 50	Gran La Plata (Villa Elisa)	-28	-49	37	58	21	30	7	0	0
N244	6,399,326	6,141,314	12.7	4	27 bis esq 418	Gran La Plata (Villa Elisa)	-26	-50	39	63	24	28	11	0	18
N245	6,406,899	6,138,503	15.4	4	27 e/505 y 506	Gran La Plata (Hernandez)	-29	-47	44	62	18	30	14	30	33
N246	6,399,935	6,141,408	10.9	4	Camino Gral. Belgrano e/122 y 119	Gran La Plata (Villa Elisa)	-28	-42	39	53	14	30	9	9	16
N247	6,399,126	6,142,492	12.5	4	409 e/ 21 y 23	Gran La Plata (Villa Elisa)	-29	-56	42	69	27	31	11	15	20
N248	6,399,012	6,141,293	13.5	4	28bis esq. 416	Gran La Plata (Villa Elisa)	-26	-50	39	63	24	27	12	24	27
N249	6,398,429	6,141,446	14.7	4	31 esq 411	Gran La Plata (Villa Elisa)	-24	-45	39	60	21	30	9	13	19
N250	6,407,837	6,135,727	8.5	4	514 bis y 137	Gran La Plata (Hernandez)	-32	-51	40	59	19	32	8	28	31
N251	6,399,307	6,141,917	12.4	4	414 y 24	Gran La Plata (Villa Elisa)	-24	-43	36	55	19	30	6	8	15
N254	6,399,372	6,141,194	12.8	4	419 e/ 27bis y 28	Gran La Plata (Villa Elisa)	-26	-40	39	53	14	28	11	11	14
N255	6,398,636	6,140,576	15.3	4	418 e/134 y 135	Gran La Plata (Villa Elisa)	-25	-50	40	65	25	29	11	13	16
N256	6,398,350	6,140,094	18.2	4	137b y Arana	Gran La Plata (Villa Elisa)	-19	-50	37	68	31	30	7	7	9
N257			26.0		Interpolación		-26	-44	52	70	18				

Tabla A.3. Base final de datos con 252 perforaciones (continuación)

N258		25.0	Interpolación		-30	-45	55	70	15					
N259		23.0	Interpolación		-33	-44	56	67	11					
N260		24.0	Interpolación		-30	-41	54	65	11					
N261		20.0	Interpolación		-20	-42	40	62	22					
N262		21.0	Interpolación		-17	-40	38	61	23					
N263		26.0	Interpolación		-28	-47	54	73	19					
N264		24.0	Interpolación		-30	-43	54	67	13					
N265		23.0	Interpolación		-18	-37	41	60	19					
N266		19.0	Interpolación		-19	-46	38	65	27					
N306		18.0	86 e/ 13 y 14		-41	-55	59	73	14					
N307		22.0	47 y 161		-41	-66	63	88	25					
N308		18.0	6 e 613 y 614		-47	-69	65	87	22					
N309		24.0	66 y 177		-53	-76	77	100	23					
N310		17.0	618 e 5 y 5bis		-41	-59	51	69	18					
N311		16.0	607 e 11 y 11b		-54	-61	70	77	7					
N312		20.0	76 y 139		-45	-74	65	94	29					
N313		10.0	3 y 89		-30	-57	40	67	27					
N314		13.0	609 y 117		-48	-62	61	75	14					
PLP2		3.0	Puerto La Plata		-25	-50	28	53	25	23	5			
PLP1		3.0	Puerto La Plata		-36	-55	39	58	19	35	4			
PU1		4.5	Puerto La Plata		-43	-57	47	61	14	42	5			
PU2		2.5	Puerto La Plata		-24	-37	26	39	13	24	2			
PU3		2.0	Puerto La Plata		-40	-50	42	52	10	42	0			
AUBA		2.5	Autopista		-35	-54	37	56	19	32	4			
ATULP		2.5	ATULP		-26	-49	28	51	23	28	0			
BERISSO		3.5	Parque industrial Berisso		-22	-52	25	55	30	25	0			
RP11		5.0	Ruta 11		-44	-56	49	61	12	44	5			
ASTILLEROS		2.5	Astillero		-29	-38	31	40	9	31	0			
FCAG		11.0	FCAG		-23	-53	34	64	30	31	3			
LF		2.0	Ruta Provincial 11 Estancia La Flecha		-43	-43	45	45	0	45	0			

Tabla A.3. Base final de datos con 252 perforaciones (continuación)