

Variaciones del nivel freático en la cuenca del Arroyo El Pescado. Periodo 2017 – 2018



“Trabajo Final de la Licenciatura en Geología de la
Facultad de Ciencias Naturales y Museo.
Universidad Nacional de La Plata, Argentina”

Autor: Zanandrea, Juan Francisco

Directora: Dra. Laurencena, Patricia

AGRADECIMIENTO

Una sección de la TFL difícil de escribir, tantas personas que transitaron a mi lado durante estos años que me llevó terminar la carrera, una hermosa carrera.

Empezaría con mi familia, el pilar que me apoyó incondicionalmente todos los años. Luego mi compañera de vida, mi amiga, mi hermana que haciendo la misma carrera fuimos creciendo juntos profesionalmente y como persona. A todas las amistades que he generado aquí en La Plata en especial al Gaucho.

Quisiera agradecer también a quien me acompañó estos últimos finales, con mis cambios de humor y sumado el encierro de la cuarentena, me apoyo y calmo con su paciencia y cariño.

A todo el grupo del CEIDE- Hidrogeología, a Juan Manuel Garcia, Eduardo Kruse y en especial a la Dra. Patricia Laurencena quien al mandarle un mail me abrió las puertas para encontrar la orientación que me gusta y disfruto el aprender bajo su tutela.

También quisiera agradecer al Servicio Meteorológico Nacional (SMN) y al Observatorio de la ciudad La Plata dependiente de la Facultad de Ciencias Astronómicas y Geofísicas de la Universidad Nacional de La Plata que aportaron los datos para realizar este trabajo.

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN	5
CARACTERÍSTICAS DEL ÁREA DE ESTUDIO	6
METODOLOGÍA	9
RESULTADOS	11
CLIMA	11
Periodo 1909- 2019.....	11
Periodo 2017- 2018.....	14
GEOLOGÍA Y GEOMORFOLOGÍA.....	16
Geología	16
Geomorfología.....	21
HIDROGEOLOGÍA	22
HIDRODINÁMICA E HIDROQUÍMICA.....	25
Hidrodinámica	25
Hidroquímica	28
CONCLUSIONES.....	32
BIBLIOGRAFÍA	34
ANEXOS	37
I- Perforaciones brindadas por AguaNor	37
II- Analisis de las 16 muestras tomadas en la campaña de mayo 2017	45

INTRODUCCIÓN

La explotación de aguas subterráneas en el Noreste de la Provincia de Buenos Aires ha influenciado en forma significativa en su desarrollo socioeconómico.

La utilización de las aguas subterráneas ha mostrado un incremento a lo largo de todo el siglo pasado en las áreas urbanizadas (Deluchi *et. al* 2012). Actualmente el recurso hídrico subterráneo en el área del Gran La Plata y parte del Noreste de la provincia de Buenos Aires, es intensamente explotado por su diversidad de usos, como es el abastecimiento de agua potable, riego, ganadería e industria. (Garcia, *et al* 2018)

En la región, a partir de los estudios de EASNE (1972) se plantearon los primeros esquemas hidrogeológicos cuantitativos, en los cuales los niveles acuíferos Pampeano Puelches adquieren importancia tanto por sus posibilidades de explotación como por su relación con los aspectos ambientales.

El conocimiento de las variaciones de los niveles freáticos y estimación de la evapotranspiración e infiltración adquieren trascendencia no sólo para comprender en forma adecuada el comportamiento del ciclo del agua, sino que resultan un elemento básico para la estimación de la recarga y consecuentemente de las reservas de aguas subterráneas. (Laurencena *et. al* 2002).

El objetivo general del Plan de Tesis de grado es evaluar el comportamiento del nivel freático en respuesta a las variaciones de las precipitaciones en una cuenca característica de ambiente de llanura desarrollada bajo clima húmedo. (Periodo 2017 – 2018)

El área seleccionada es la cuenca del arroyo El Pescado en la cual el rasgo morfológico llano favorece el predominio de los movimientos verticales del agua (infiltración-evapotranspiración) sobre los movimientos horizontales (escurrimientos) existiendo además una estrecha interrelación entre las aguas superficiales y subterráneas. La cuenca presenta también la particularidad de mostrar importantes diferencias entre las divisorias norte, afectada por actividades antrópicas y la sur que se mantiene en condiciones casi naturales.

CARACTERÍSTICAS DEL ÁREA DE ESTUDIO

La cuenca del Arroyo El Pescado se desarrolla al noreste de la Provincia de Buenos Aires, a 5 km al sureste del partido de La Plata y Magdalena, ocupa un área de 340 km² (Figura 1). Es una subcuenca incluida en la Cuenca N° 47 “Cuencas de desagüe al Río de la Plata hasta el Río Samborombón” (Ministerio del Interior, Obras Públicas y Viviendas, 2007). Es un arroyo típico de llanura (Figura 2) con suaves pendientes dentro del ámbito denominada Pampa Ondulada por Daus (1946).

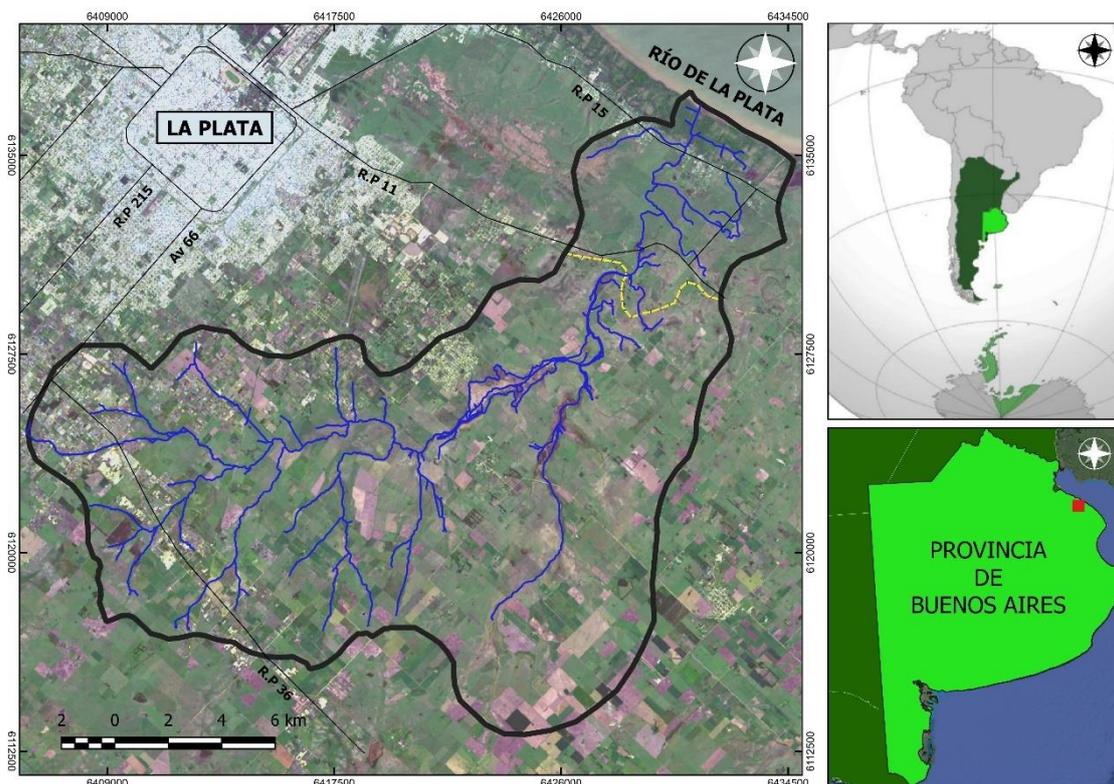


Figura 1. Ubicación general de la cuenca del Arroyo El Pescado

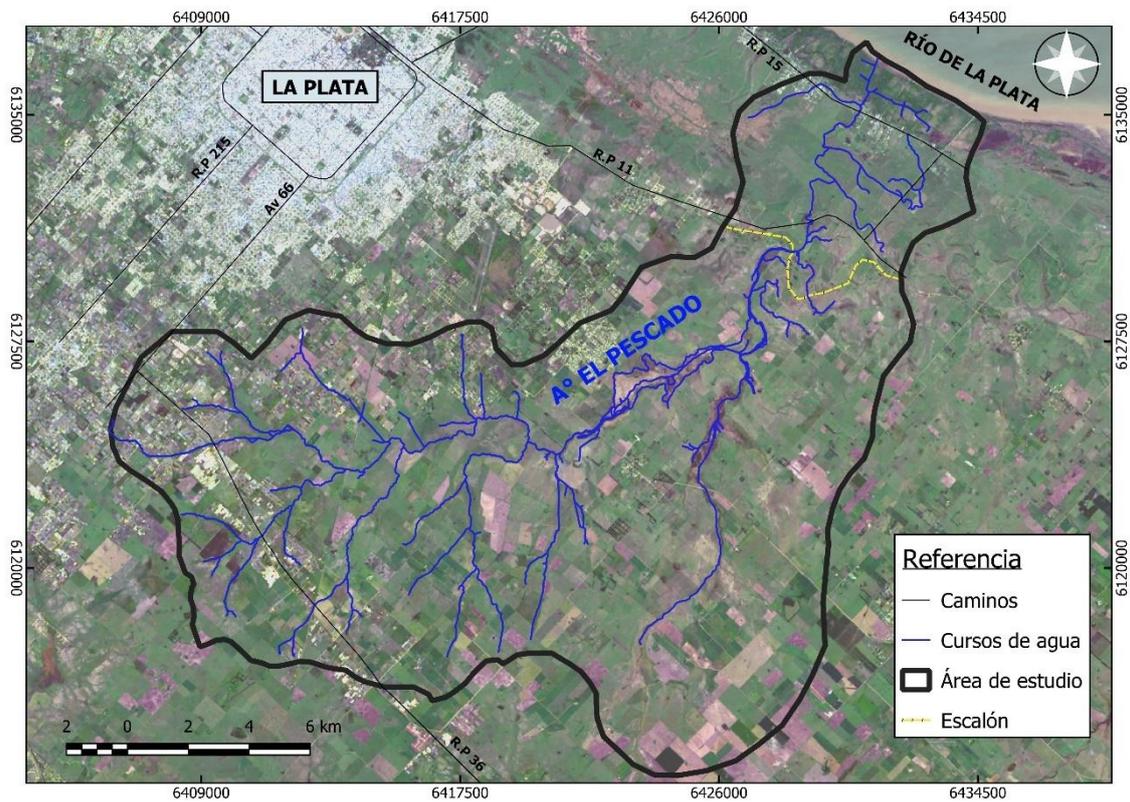


Figura 2. Área de estudio A° El Pescado

El A° El Pescado recibe agua de sus tributarios principales A° del Sauce, A° Difuntos y A° Cajaravilla (Figura 3) cuyas longitudes en línea recta son 13 km, 6,7 km y 9,9 km respectivamente. Mientras que el A° El Pescado posee una longitud máxima de 32 km y una configuración dendrítica. La pendiente longitudinal del cauce, desde cabeceras hasta su canalización, es 0,6 m/km. En su cabecera tiene una disposición oeste- este para luego dirigirse hacia el noreste donde descarga en la Planicie Costera y en el Río de la Plata. El arroyo es de tipo perenne, posee agua todo el año y en relación con el nivel freático, en general, es de tipo efluente o “ganador”.

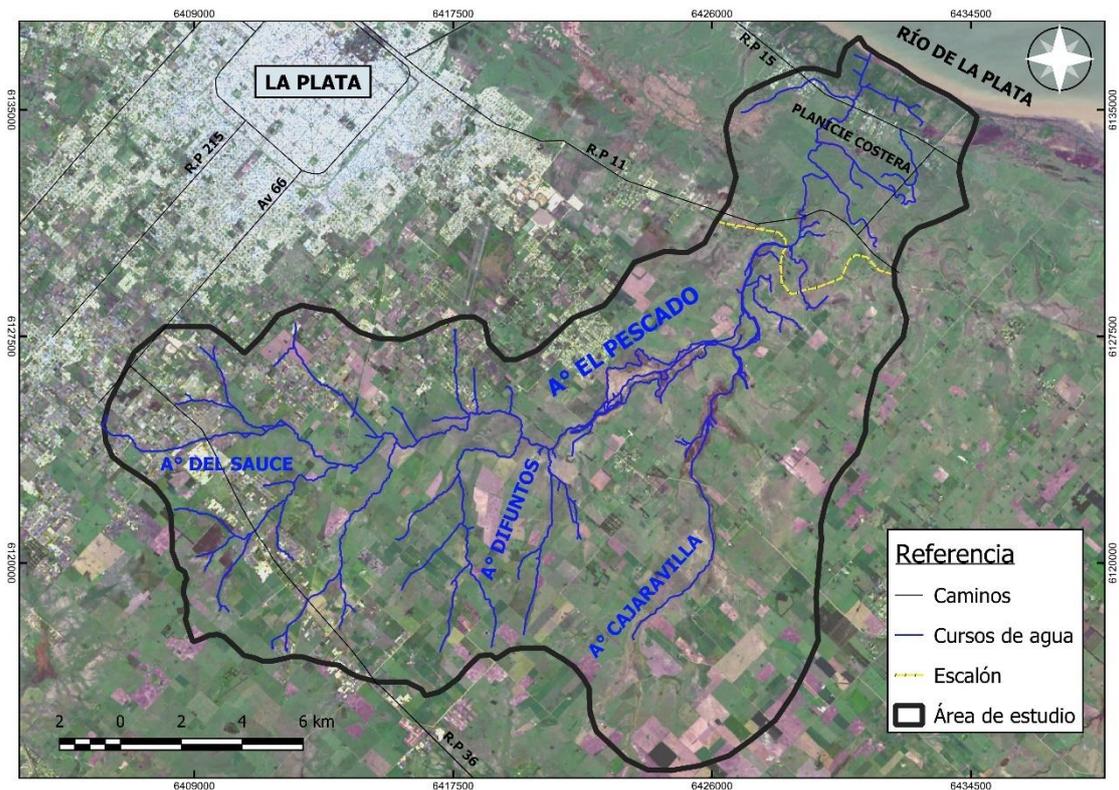


Figura 3. Arroyo El Pescado y sus tributarios más importantes.

Gran parte de la cuenca del arroyo El Pescado, se desarrolla en el sector periurbano de la ciudad de La Plata. Esta área constituye el cinturón frutihortícola, que a lo largo de las últimas décadas ha experimentado un aumento en la actividad industrial y en el avance de la urbanización (Kruse *et al.*, 2017).

La divisoria norte se encuentra influenciada por una mayor extracción de agua, debido a la competencia de usos que se desarrollan en el sector, agua para consumo humano y para riego. (Deluchi *et al.*, 2008); (Laurencena *et al.*, 2011); (García y Zanandrea, 2017).

Cabe mencionar que por Ley N° 12.247 el A° El Pescado es declarado “Paisaje Protegido De Interés Provincial” debido a la baja densidad poblacional y escasa actividad antrópica donde predominan actividades frutihortícolas y agrícolas, manteniéndose así el comportamiento hidrogeológico con escasa afectación.

METODOLOGÍA

A continuación, se enuncian las tareas desarrolladas para cumplir con el objetivo presentado en el Plan de Trabajo Final de Grado

- Se iniciaron las tareas con trabajos de gabinete, recopilación, análisis y valoración de la información geológica, geomorfológica, meteorológica e hidrogeológica antecedente del área de estudio.
- Se analizaron perfiles geológicos (brindados por AguaNor, se adjuntan en el Anexo I), con el objetivo de reconocer la presencia de una capa con un aumento significativo en la fracción arcilla (en la base del Pampeano) que le confiere a la unidad el carácter de acuitardo, permitiendo definir la base del acuífero freático.
- Se realizó la integración en una base de datos georreferenciada de la profundidad de la base del acuífero pampeano y espesor de los sedimentos del acuífero para la elaboración de sus mapas correspondientes.
- Se recopilaron y analizaron datos de precipitación y temperatura diaria durante el periodo 1909- 2019 abarcando 111 años, brindados por la estación climatológica del Observatorio de la ciudad La Plata (34° 55' de latitud sur ,57° 56' de longitud oeste, altitud 15 m.s.n.m.) dependiente de la Facultad de Ciencias Astronómicas y Geofísicas de la Universidad Nacional de La Plata. Se realizaron gráficos de temperatura y precipitación media anuales, medias mensuales y el balance hídrico modular (Thornthwaite y Mather, 1957) a capacidad de campo del suelo de 200 mm. Los datos de precipitación diaria para el periodo 2017- 2018 fueron brindados por la estación La Plata AERO (34° 58' de latitud sur, 57° 54' de longitud oeste, altitud 23 m.s.n.m.) dependiente del Servicio Meteorológico Nacional de la República Argentina optando por esta estación por su cercanía al área de estudio. Se realizaron gráficos de precipitación media anual y balances hídricos modulares (Thornthwaite y Mather, 1957) para los respectivos años.
- Para la construcción de la red de flujo del acuífero freático, se realizaron dos censos de perforaciones. Uno realizado en el mes de mayo de 2017 y otro en marzo de 2018 censando un total de 30 pozos. Los pozos pertenecen a particulares y empresas privadas que brindaron con buena predisposición su ayuda para la medición de nivel, toma de parámetros físico- químicos in situ (conductividad de campo, pH y

temperatura) y muestras de agua subterránea. La herramienta que se utilizó para medir la profundidad del pelo de agua es una cinta métrica graduada y una sonda freaticométrica de 30m.

- Se tomaron 16 muestras de agua en la campaña del 2017, que fueron almacenadas en botellas estériles de plástico de 1 lt. La extracción se realizó de forma directa del pozo a través de cañerías o con la utilización de la herramienta bailer.
- Toda la información recopilada en el día era registrada en planillas Excel donde se indicaba la fecha, datos del propietario como dirección y teléfono, número del pozo, coordenadas Gauss- Kruger del pozo utilizando un GPS, la cota, si poseía una base por encima del suelo, nivel estático, observaciones y los datos anteriormente mencionados. Finalmente, con el fin de simplificar la información para su mejor interpretación se corrigieron los valores de los niveles freáticos para aquellos pozos con una base por encima del nivel del suelo, se acotaron los pozos a partir de un DEM elaborado por el CEIDE (Grupo de Hidrología) o usando la información del GPS y se confeccionaron diversos mapas en escala 1:150.000 con la ayuda de la herramienta informática de libre acceso Qgis 3.16. Para lograr esto se usó un mapa base que cuenta con una imagen satelital descargada de la página oficial del Servicio Geológico de Estados Unidos (USGS) tomada el día 09 de octubre de 2020 por el Landsat 8, satélite óptico de observación terrestre lanzado el 11 de febrero de 2013 y funcionando en la actualidad. Se usó las bandas del espectro visible (2, 3, 4) de resolución 30 m de pixel, en color verdadero donde se volcó los datos vectoriales como los límites del área de estudio, hidrología superficial, planimetría y diferentes etiquetas de ubicación para representar la zona urbana, calles, tributarios y distintas zonas de interés.
- Las imágenes se utilizaron para visualizar el área de estudio y su ubicación, las diferentes geoformas, sus tributarios, ubicación de pozos de medición, perforación y de toma de muestra, profundidad de sedimentos, espesor de sedimentos.
- Con la información recopilada en el campo se realizaron mapas para indicar la dinámica y la química del acuífero freático. Se analizaron mapas de isoprofundidad para los periodos estudiados, también se elaboraron mapas de flujo subterráneo con el objetivo de reconocer la dirección de movimiento del agua.

- La caracterización hidroquímica se realizó a partir de 16 muestras tomadas durante la campaña del mes de mayo de 2017 que se analizaron en laboratorio (Anexo II). Se determinaron elementos mayoritarios como los cationes sodio, potasio, calcio y magnesio en mg/L, los aniones más importantes sulfatos, cloruros y bicarbonatos en mg/L; pH en unidades de pH y los sólidos disueltos (TSD) en mg/L. Los datos fueron volcados al programa Diagrammes desarrollado por Roland Simler Laboratoire d'hydrogéologie d'Avignon donde aplicando algoritmos se realizó el diagrama Piper compuesto por dos gráficos ternarios y uno biperámide usando los valores de calcio, sodio, magnesio, bicarbonato, sulfatos y cloruros, dando como resultado la composición del agua subterránea. Se realizaron los diagramas de Stiff para todas las muestras usando los mismos elementos químicos en meq/L. Mientras que a partir de los datos recopilados in situ como la conductividad se realizó un mapa de isoconductividad para el periodo 2017.

RESULTADOS

CLIMA

Periodo 1909- 2019

El clima de la subcuenca del A° El Pescado es subhúmedo-húmedo B'2 según la clasificación de Thornthwaite, la temperatura media anual para el periodo 1909- 2019 es de 16,25 °C con un valor máximo de 18,5 °C en el año 2012 y un valor mínimo de 14,8 °C en 1923. Se puede observar que la tendencia es ascendente y fluctuante año a año (Figura 4).

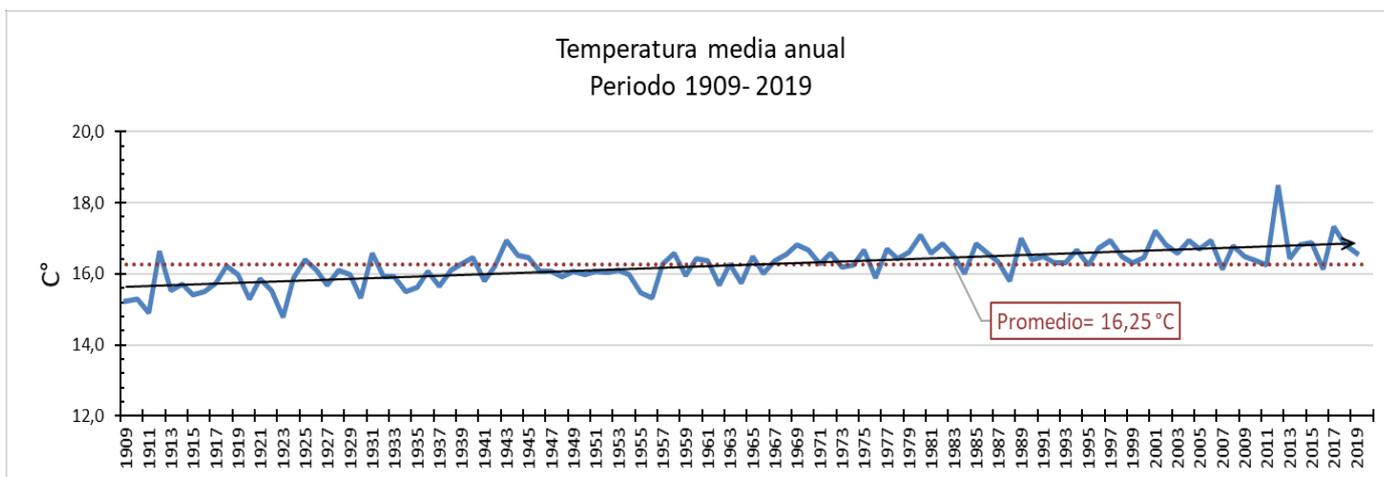


Figura 4. Temperatura media, estación meteorológica del Observatorio de la ciudad de La Plata.

Con respecto a las temperaturas medias mensuales para el periodo 1909- 2019 se observa los máximos valores en los meses estivales con el pico en el mes de enero con un promedio de 22, 89 °C y los valores mínimos en los meses invernales con el más bajo en el mes julio con 9,95 °C (Figura 5).

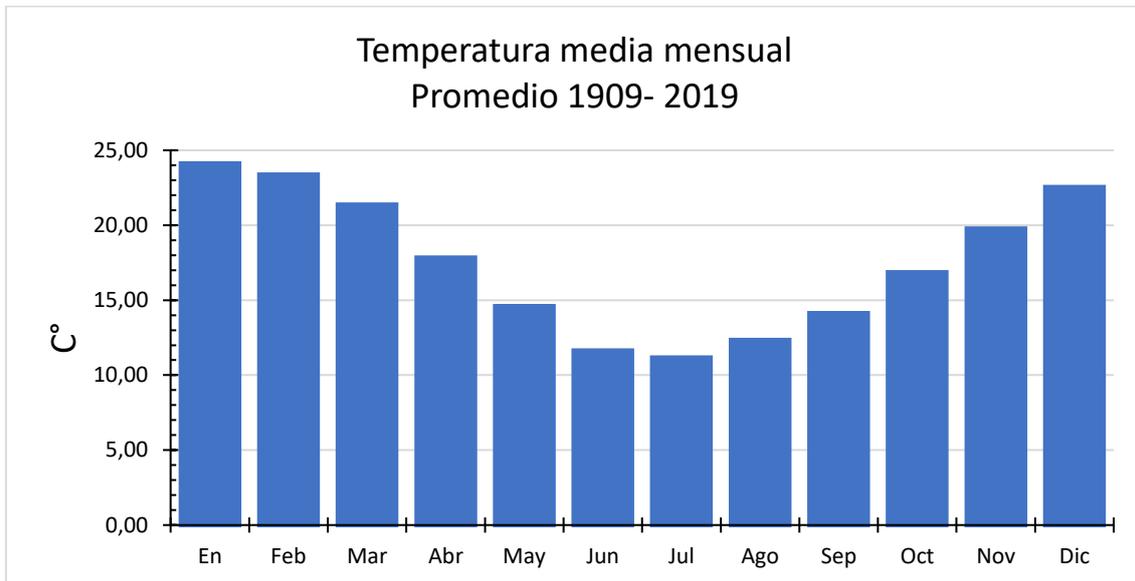


Figura 5. Temperatura media, estación meteorológica del Observatorio de la ciudad de La Plata.

La precipitación media para el periodo 1909- 2019 es de 1047,5 mm/año, se observa una leve tendencia positiva en el transcurso de los años. El 46% de los valores supera el promedio, con un valor máximo de 1925,7 mm en el año 1914 y un valor mínimo de 1771,6 mm en el año 1963. El 54 % restante, se encuentran por debajo del promedio con valores extremos que varían entre 416,8 mm en el año 1916 y con 591,8 mm en el año 1924 (Figura 6).

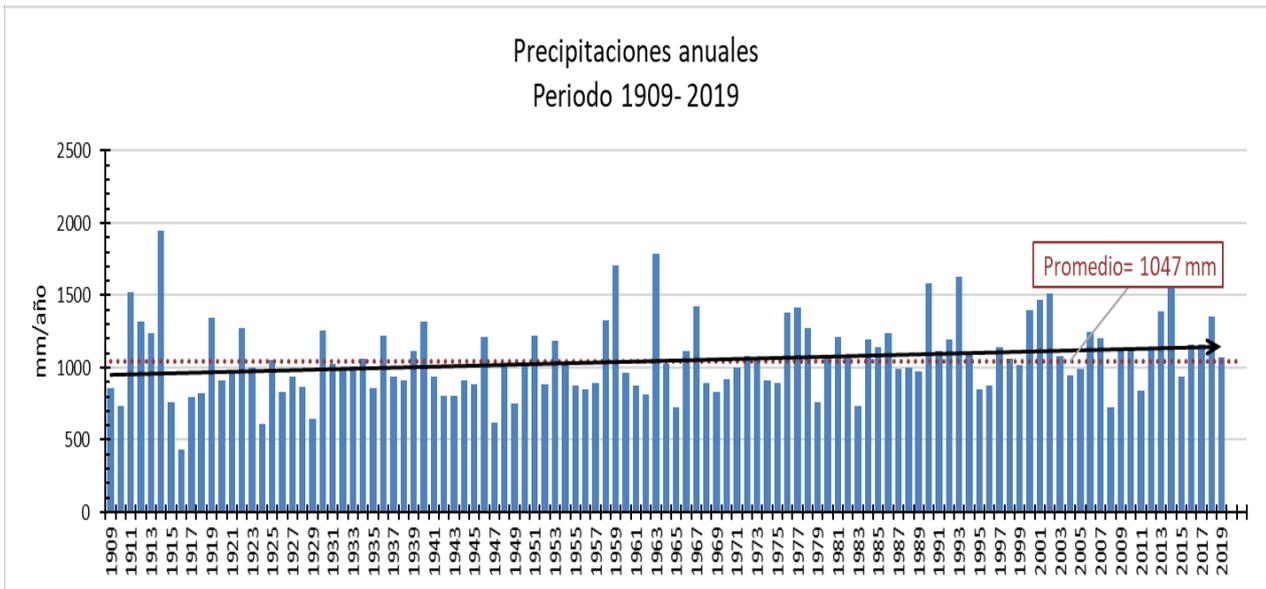


Figura 6. Precipitaciones durante el periodo histórico.

La Figura 7 muestra que las mayores precipitaciones se producen en el mes de marzo con valores de 111,5 mm y las menores precipitaciones en el mes de junio con 60,7 mm. Se observa el aumento de las precipitaciones para la primavera manteniéndose valores altos hasta finalizada la época estival donde comienza a disminuir entrando a la estación de otoño con las mínimas precipitaciones durante el invierno. Siendo este un típico régimen Atlántico.

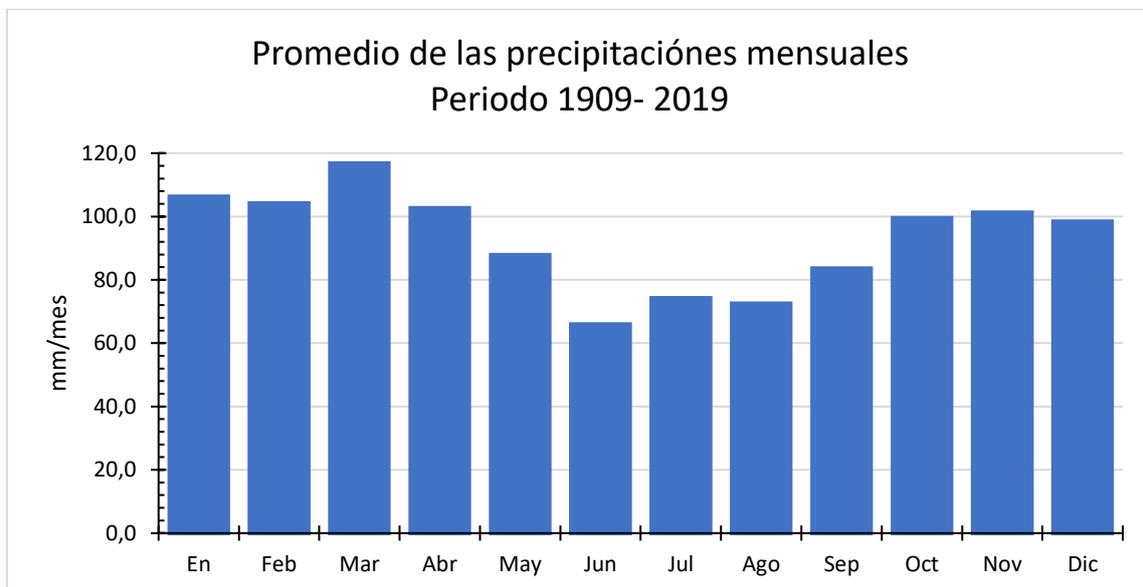


Figura 7. Precipitaciones mensuales históricas.

El balance hídrico modular (Thornthwaite- Mather, 1957) muestra valores de evapotranspiración real de 803 mm/año, siendo el excedente hídrico del orden de

247 mm/año. Los mayores valores de exceso se observan en los meses invernales debido a la baja evapotranspiración real, siendo el mayor exceso de 46 mm en el mes de julio. Mientras que los mayores déficits se producen en los meses estivales donde la evapotranspiración real es mayor (Figura 8).

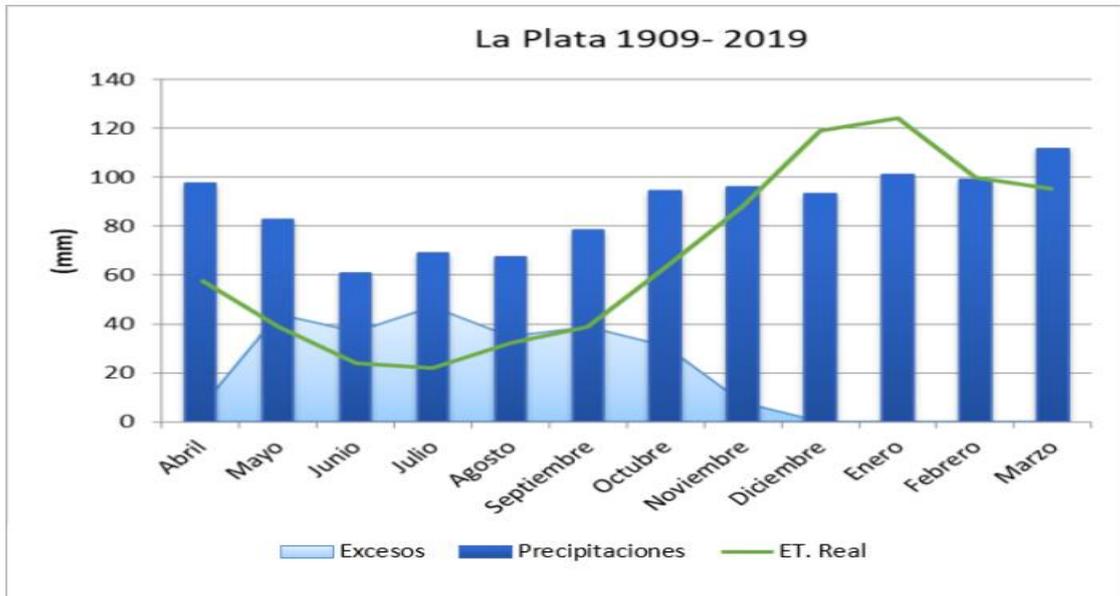


Figura 8. Balance hídrico. Periodo 1909 -2019

Periodo 2017- 2018

En la Figura 9 se observan las precipitaciones mensuales del periodo 2017- 2018. La precipitación media es de 1086 mm/año, una temperatura media anual de 17,2 °C y una evapotranspiración real de 773 mm/año con un excedente hídrico de 312 mm/año.

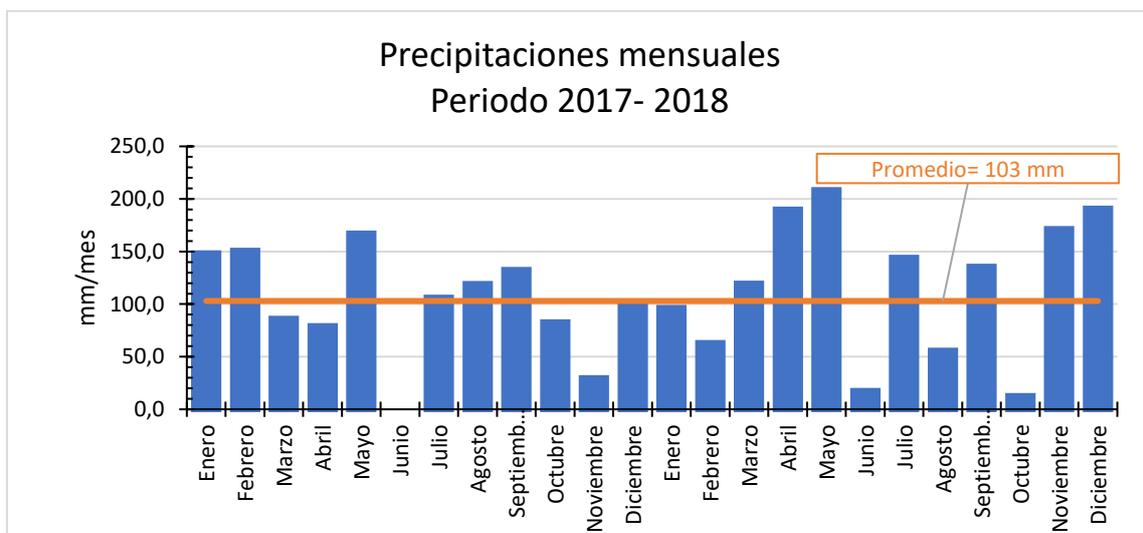


Figura 9. Precipitaciones mensuales periodo 2017- 2018

El balance hídrico para los periodos 2017 y 2018 se representan en las Figuras 10 y 11 respectivamente, años en las que se realizaron las campañas de medición de los niveles freáticos.

El periodo 2017 presenta una precipitación anual es de 1140 mm/año, la evapotranspiración real del periodo es de 772 mm/año equivalente al 67% de la precipitación, el exceso hídrico es de 366 mm/año y se da en los meses de invierno y primavera con el máximo de exceso el mes de mayo con 117 mm, mientras que el déficit se encuentra en los meses de verano con total de 7 mm, representando el exceso el 32 % de las precipitaciones y el déficit equivalente al 1 %.

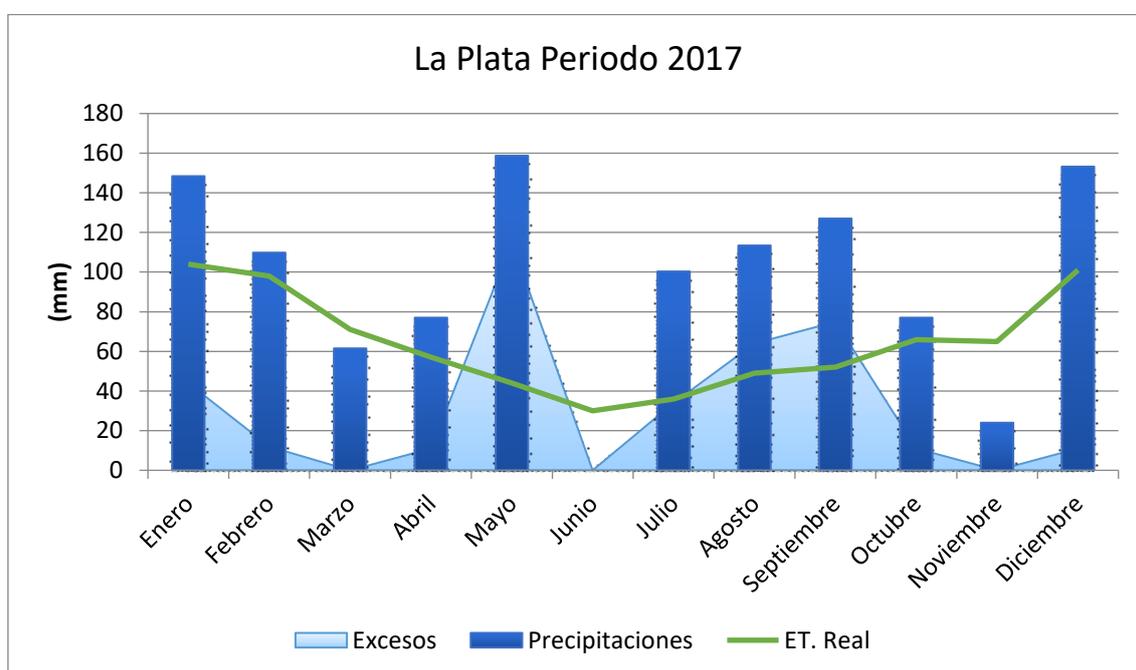


Figura 10. Balance hídrico periodo 2017

Para el periodo 2018 la precipitación total es de 1337 mm/año, una evapotranspiración real de 740 mm/año un 55% de las precipitaciones, el exceso en este periodo es de 567 mm/año registrado para los meses de invierno y primavera con un máximo de 157 mm en el mes de mayo coincidente en el mes de mayor precipitación con 202,8 mm, el déficit aumento en comparación con el periodo anterior siendo de 10 mm/año, siendo el mes de octubre el máximo con 6 mm. El exceso representa un 42% y el déficit 3% de las precipitaciones.

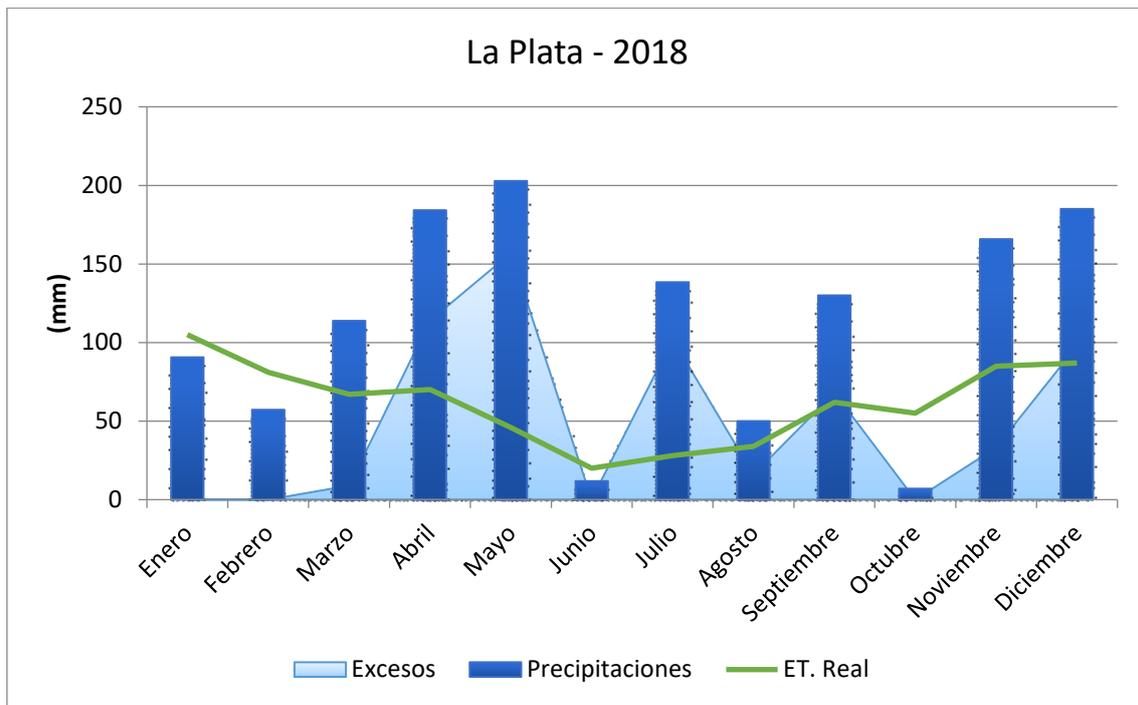
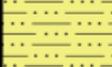


Figura 11. Balance hídrico periodo 2018

GEOLOGÍA Y GEOMORFOLOGÍA

Geología

A nivel regional, el área de estudio se emplaza en uno de los cuatro elementos estructurales positivos de primera magnitud reconocidos en el ámbito bonaerense (Yrigoyen, 1975). Este elemento positivo (Umbral de Martín García), constituye el límite NE de la cuenca sedimentaria del Salado. El área cuenta con una perforación profunda, realizada por la Dirección Provincial de Hidráulica en la Plaza de las Armas de La Plata llegando al basamento a los – 497 metros bajo boca de pozo (Artaza, 1943).

Geología		Litología	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 limoso hacia 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	Mioceno Inferior	277 - 497 m	Eólico y Fluvial
Basamento		Gneis granítico	Pre-Cámbrico	497 m	Metamórfico

Perforación Plaza de Armas de la ciudad de La Plata. Modificado de Artaza, 1943.

De base a techo se observa un basamento precámbrico perteneciente al Cratón estable del Rio de la Plata a una profundidad de -497 m.b.b.p compuesto por rocas plutónicas y metamórficas en su mayoría gneis graníticos altamente metamorfizados, apoyando en el basamento cristalino en inconformidad se encuentra la formación Olivos o “El Rojo” del mioceno inferior a los -277 a -497 m.b.b.p compuesto de arcillas limosas pardo, arenas gruesas y conglomerado basal ligados por una matriz arenosa, el ambiente depositacional es continental y lacustre con sedimentos de origen eólico y fluvial, luego la formación Paraná o “El Verde” (Groeber 1945) del mioceno superior a los -277 a -63 m.b.b.p se apoya en discordancia erosiva sobre la formación subyacente, se

compone de leves intercalaciones arenosas y conglomerádicas en la parte inferior, entre los -277 a -154 m.b.b.p y en la parte superior se compone de arcillas plásticas gris verdosas de origen marino las cuales son cubiertas en discordancia erosiva por la formación Puelches del plio- pleistoceno (Santa Cruz, 1972), en la perforación ubicada en la Plaza de Armas se encuentra a los -63 a -44 m.b.b.p constituye un estrato areno cuarzosa finas a media de coloración amarillenta tornándose más limoso hacia los niveles superiores, siendo esta formación la más estudiada por sus características hidrogeológicas por su intensa explotación (Deluchi *et. al*, 2005; Laurencena *et. al*, 2010; Deluchi *et. al*, 2011), en contacto suprayacente se encuentra la formación Pampeano o Sedimentos Pampeanos de edad pleistoceno medio- superior; el trabajo se centrará en ésta debido a que se ubica el acuífero freático o acuífero libre, en la perforación descripta se encuentra desde -44 a 0 m.b.b.p por debajo de los sedimentos Post-Pampeanos en la Planicie Costera; a partir de los Sedimentos Pampeanos se desarrollan los suelos en la Llanura Alta, está constituido por limos loessoide de origen eólico, vidrio volcánico y con lentes de tosca característicos, en la parte basal se encuentra un estrato de variado espesor de composición más arcillosa. En sectores de la Planicie Costera podemos encontrar los Sedimentos Post- Pampeanos constituidos por arcillas y limos arcillosos- arenosos de origen marino, fluvial y lacustre acumulados en ambientes topográficamente deprimidos.

En el área de estudio se analizaron una serie de perforaciones, (Figura 12), la mayoría de ellos ubicados en la Llanura Alta, próximos a la divisoria norte.

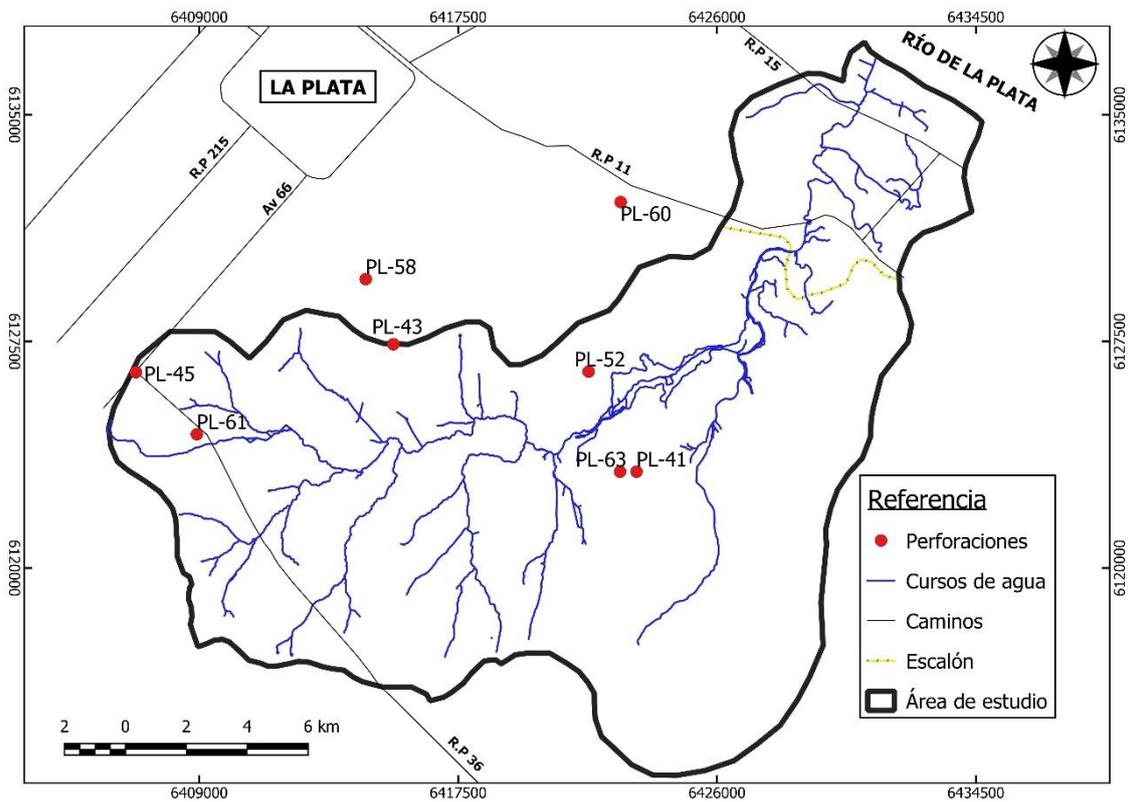


Figura 12. Perforaciones ubicadas en el área de estudio.

Con la información analizada de las perforaciones se representaron puntos de profundidad (Figura 13) de la base del Acuífero Pampeano y puntos de espesor de los Sedimentos Pampeanos (Figura 14).

La mayor profundidad se encuentra en la cabecera de la cuenca, con valores de 45 m.b.b.p, mientras que cerca a la Planicie Costera alcanza valores de 22 m.b.b.p en la zona próxima al escalón de conchillas.

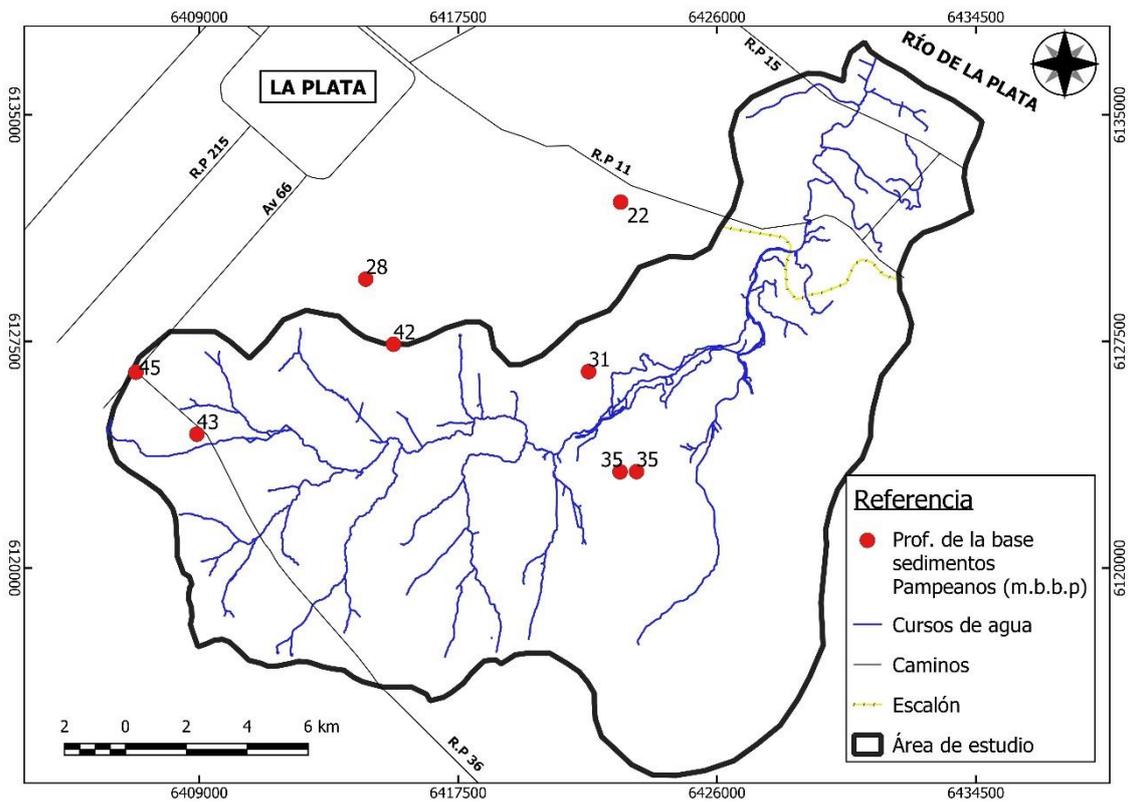


Figura 13. Mapa de profundidad de la base de los sedimentos Pampeanos.

Los Sedimentos Pampeanos presentan los mayores espesores en el suroeste de la cuenca con valores que varían entre 40 m y 45 m, mientras que hacia el noreste los espesores de los sedimentos van disminuyendo en dirección a la Planicie Costera con valores 20 m y 26 m cerca del escalón de conchilla.

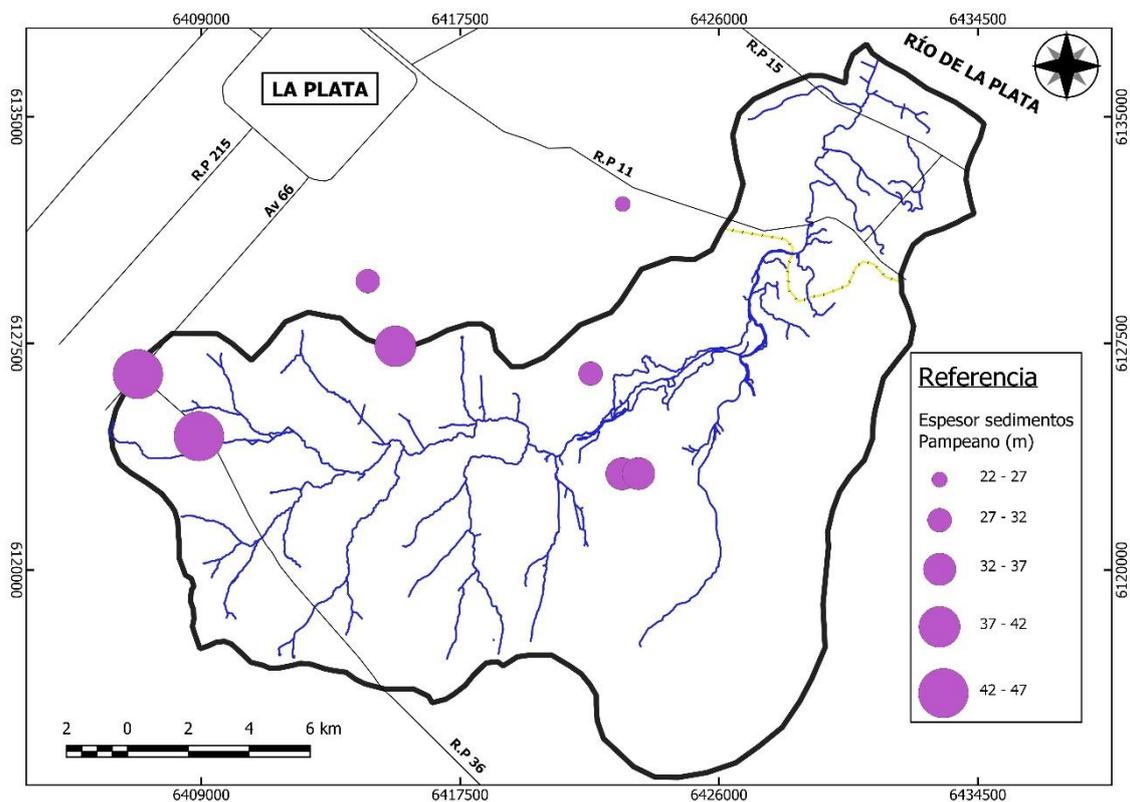


Figura 14. Mapa de espesores

Geomorfología

Geomorfológicamente, el área de estudio se encuentra entre dos regiones bien delimitadas (Fidalgo y Martínez, 1983), una zona alta de relieve llano, con suaves ondulaciones (Llanura Alta) cuyas alturas van desde los 5 a los 30 m.s.n.m, y que se caracteriza por suelos bien drenados de buena calidad y bien desarrollados (Hurtado *et al.*, 2006). Hacia el noreste sobre la R. P N° 11 se encontraría el escalón de conchillas y comienzo de la zona más baja (Planicie Costera) con alturas menores a los 5 m.s.n.m, con áreas deprimidas lo que favorece los suelos mal drenados, poco desarrollados y generalmente con los niveles freáticos aflorantes o muy próximos en la superficie, comprende una franja paralela a la línea de costa (Figura 15). Esta zona junto con el Bañado Maldonado y el Río de la Plata actúan como área de descarga superficial y subterránea de la Llanura Alta.

La Llanura Alta posee un predominio de sedimentos limo arenosos y limos arcillosos con intercalaciones calcáreas denominados “Sedimentos Pampeanos” (Fidalgo *et al.*, 1975) de edad pleistocena. En la Planicie Costera corresponden a suelos limo arcillosos y

arenosos de distintos orígenes como fluvial, marino o lacustre denominados “Post-Pampeanos” de edad holoceno.

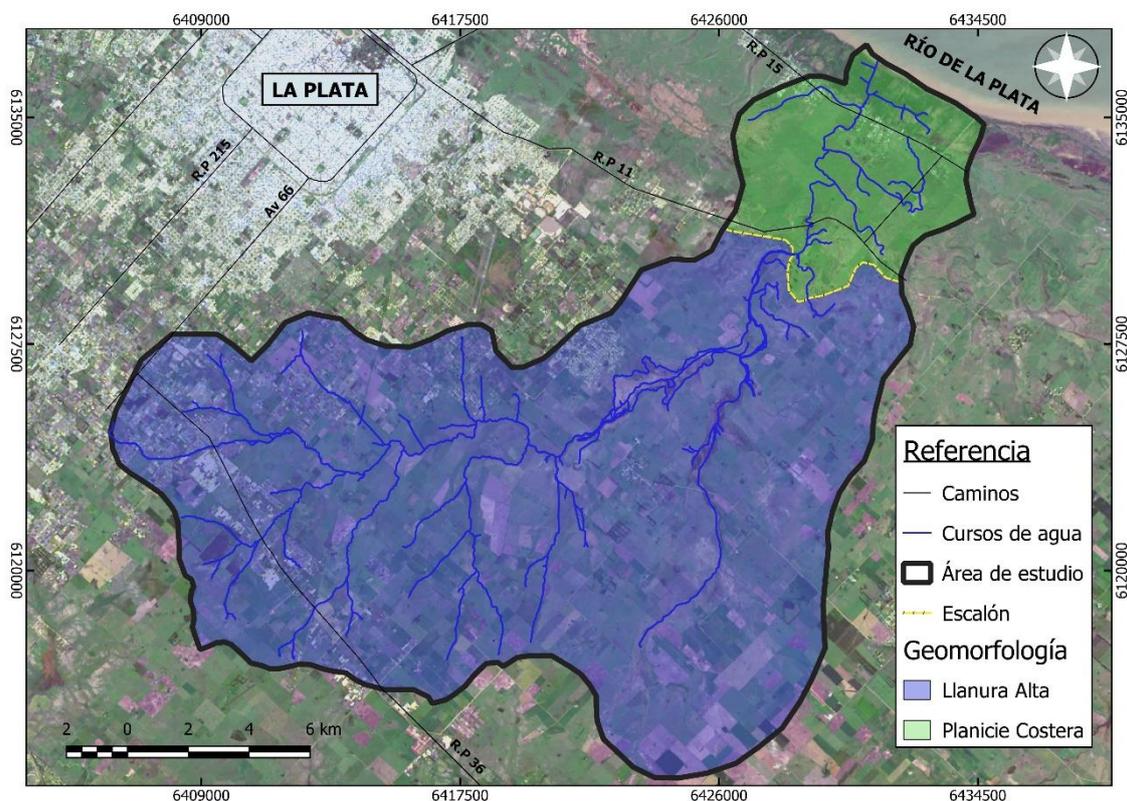


Figura 15. Delimitación de la Llanura Alta y Planicie Costera.

HIDROGEOLOGÍA

Desde un punto de vista hidrogeológico la secuencia estratigráfica constituye un acuífero multiunitario compuesto por una alternancia de secciones productivas, separadas por sedimentos de menor permeabilidad. (Sala et al, 1972).

Se diferencian por encima del Basamento Hidrogeológico tres secciones hidrogeológicas epipelche, pelche e hipopelche, (Figura 16). La primera es la más superficial, abarca los Sedimentos Pampeanos, Post-pampeanos y contiene a la capa freática. La segunda, las Arenas Puelches. Y la tercera coincide con las arcillas verdes de la formación Paraná y los sedimentos asignados al Rojo.

La capa freática es la parte activa del sistema y a continuación se analiza sintéticamente sus características hidrodinámicas e hidroquímicas generales.

Geología	Litología	Características	Sección Hidrogeológica	Comportamiento Acuífero
Post-Pampeano		Limo arenoso-arcilloso loessoides, color verde grisáceo	EPIPUELCHE	Freático
Pampeano		Manto de loess uniforme de grano fino y homogéneo, color pardo rojizo. Limos arenosos, rojos pardos y verdosos con escasos restos		Acuífero
		Arcilla gris verdosa		Acuitardo
Formación Puelches		Arenas finas y medias con intercalaciones de arcillas y limos. Secuencia grano-decreciente de arenas medianas que intercala niveles gravosos en la sección inferior Pardo amarillentas	PUELCHE	Acuífero Semiconfinado
Formación Paraná		Arcillas gris azuladas y verdosas. Niveles inferiores arenosos finos y medianos, con fósiles marinos	HIPOPUELCHE	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		Acuífero

Figura 16. Cuadro basado en los estudios realizados por la EASNE 1972.

La sección Epipuelche localizada 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 loessoides, con intercalaciones arenosas y lentes de tosca, que por lo general no posee estratificación. Comportándose como acuífero libre en la parte superior, lo que quiere decir que responde rápidamente a cambios de la atmósfera, como a las precipitaciones y sequías (Carol *et al.*, 2005), su presión se encuentra igualada a la de la atmósfera, mientras que la parte inferior tiene carácter de Acuitardo, al ser un material más arcilloso tiene la capacidad de recibir, alojar y transmitir el agua, pero de manera retardada a diferencia de un acuífero.

Desde un punto de vista práctico, las secciones del subsuelo menos profundo: Pampeano – Postpampeano, donde se incluye la capa freática, y Formación Puelches presentan una alternancia de secciones productivas separadas por sedimentos de menor permeabilidad conformando un acuífero multiunitario a través de la comunicación hidráulica que presentan (Auge M., 1986).

El Acuífero Pampeano presenta un espesor medio del orden de 50 m y la transmisividad es de alrededor de $200 \text{ m}^2/\text{día}$ con una porosidad efectiva entre 5 y 10%. Este nivel incluye a la capa freática, cuya profundidad, en condiciones naturales, varía entre 5 y 10 metros. Por debajo del Pampeano se sitúa la formación Puelches que representan al acuífero más importante del noreste de la Provincia de Buenos Aires.

La importancia de los Sedimentos Pampeanos radica en que actúa como recarga y descarga del acuífero subyacente, también al ser un material limoso y arcilloso en un parte inferior funciona como un filtro para los contaminantes que recibe principalmente de las actividades domésticas y agrícolas.

La sección 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. Se trata de un acuífero semiconfinado debido a que se encuentra subyacentemente en contacto con un acuicludo aquel sedimento capaz de recibir, alojar y no transmitir el agua en sí mismo por su baja permeabilidad y lo suprayace un acuitardo.

La sección Hipopuelche se desarrolla por encima del basamento ígneo-metamórfico con capacidades de acuífugo, recibe, pero no aloja ni transmite el agua. Comienza con un conjunto de sedimentos rojizos conocidos como “El Rojo” compuesto por arcillas y areniscas rojas con altos porcentajes de yeso donde la parte superior se comporta como acuicludo y su parte inferior como acuífero. 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 con capacidades igual al “El Rojo”.

HIDRODINÁMICA E HIDROQUÍMICA

Hidrodinámica

A través de una red de monitoreo compuesto por 30 pozos distribuidos de forma homogénea en la cuenca del A° El Pescado, (Figura 17) se caracterizó la profundidad y la hidrodinámica del acuífero libre para los periodos 2017 y 2018.

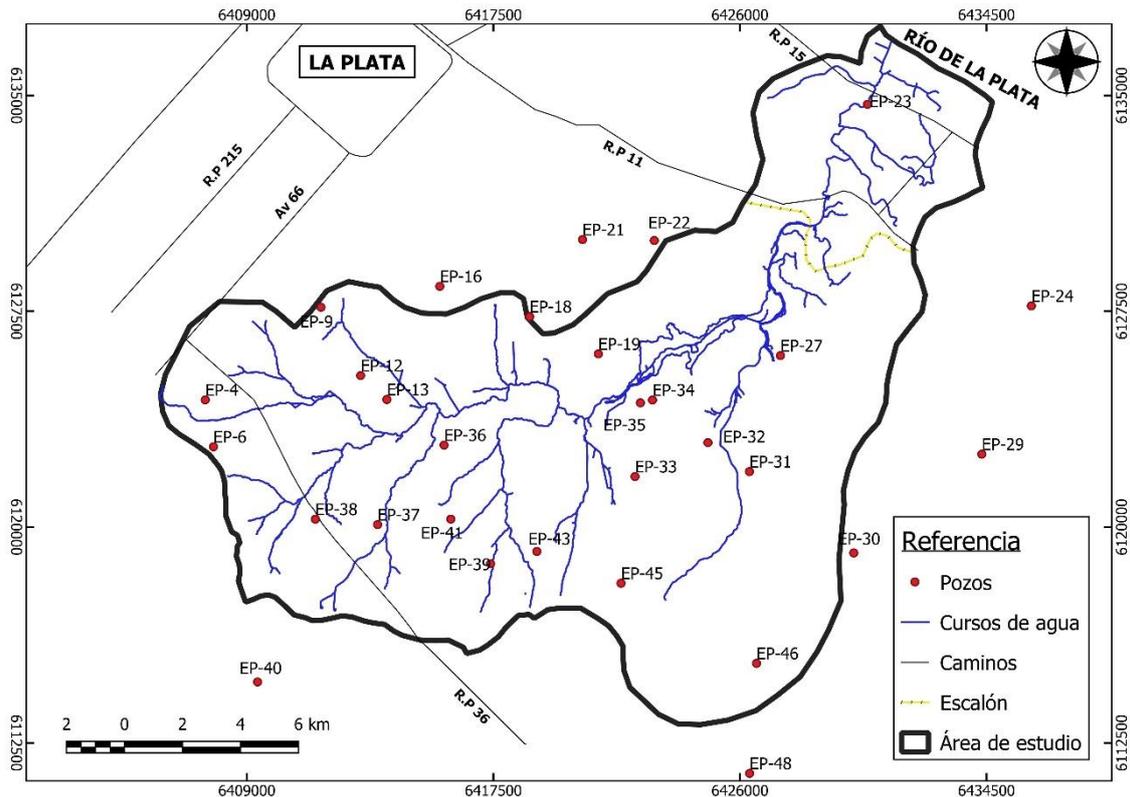


Figura 17. Ubicación de la red de monitoreo

La profundidad del nivel freático presenta diferencias bien marcadas entre las divisorias norte y sur (Figuras 18 y 19). La divisoria norte (avenida 66 y toda la ruta provincial N° 36) se encuentra afectada tanto por la extracción para consumo humano de la ciudad de La Plata, como por la extracción para riego. La profundidad del nivel freático en este sector varía entre 15 y 30 m.

Las menores profundidades se encuentran en los pozos cercanos a los cursos de agua con valores que oscilan entre 1 y 2 m. mientras que en la divisoria sur varían entre 5 y 9,8 m.

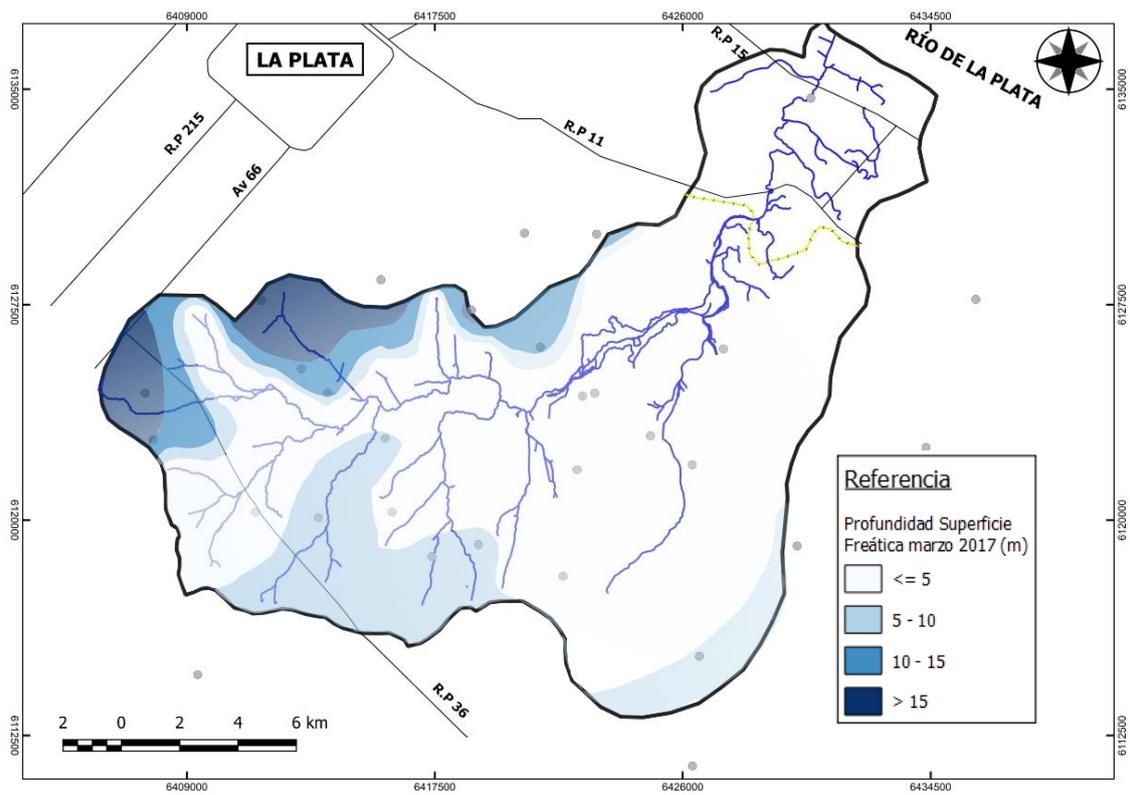


Figura 18. Mapa de isoprofundidad mayo 2017

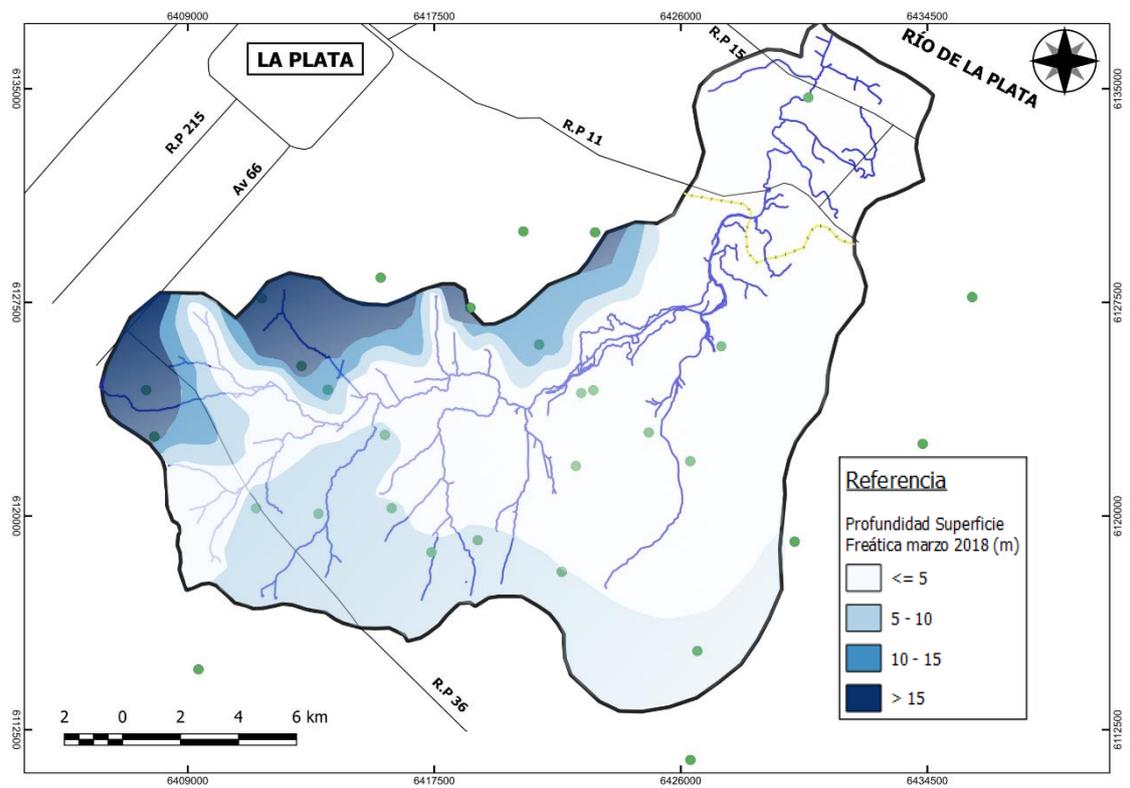


Figura 19. Mapa de isoprofundidad marzo 2018

En los mapas equipotenciales de los periodos 2017 y 2018 (Figuras 20 y 21) se observa en la zona sur de la cuenca una dirección de flujo local hacia el cauce y otra del flujo regional hacia el norte, con valores de alturas hidráulicas que alcanzan los 15 m.

La morfología es de tipo radial, en general, con filetes de flujo convergentes hacia el arroyo, lo cual indica el carácter influente del acuífero freático. En la divisora norte este comportamiento se ve modificado ya que este sector se encuentra influenciado por la extracción intensiva de la ciudad de La Plata.

En el sector de cabeceras, se observan modificaciones tanto en las alturas hidráulicas como en la dirección de flujo subterráneo, debido a la extracción intensiva en la ciudad de La Plata. Existe una curva de menor altura hidráulica con un valor de 0 m.b.n.m, siendo el borde externo de un gran cono de depresión de aproximadamente 11.700 has, que afecta al acuífero Puelches y consecuentemente al acuífero freático (García y Zanandrea 2017; 2018). En este sector se produjo un cambio en la dirección de flujo subterráneo, que en condiciones naturales constituía un área de recarga para la cuenca y actualmente cambia de dirección generando aportes al cono de explotación del servicio público de La Plata.

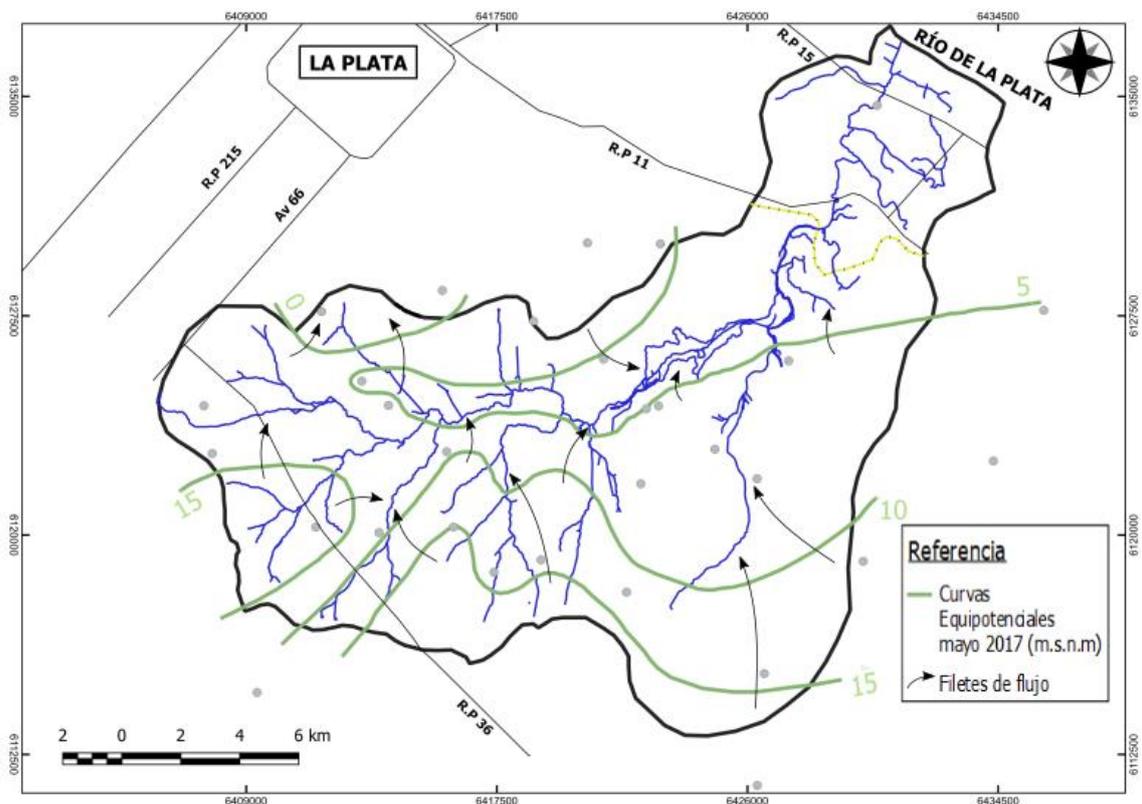


Figura 20. Mapa equipotencial mayo 2017

Los mapas equipotenciales, en general, son semejantes para los dos años analizados, se observa en la divisoria suroeste una mayor profundización en el año 2018, debido a que los registros de pozos se realizaron en un mes de escasos excesos.

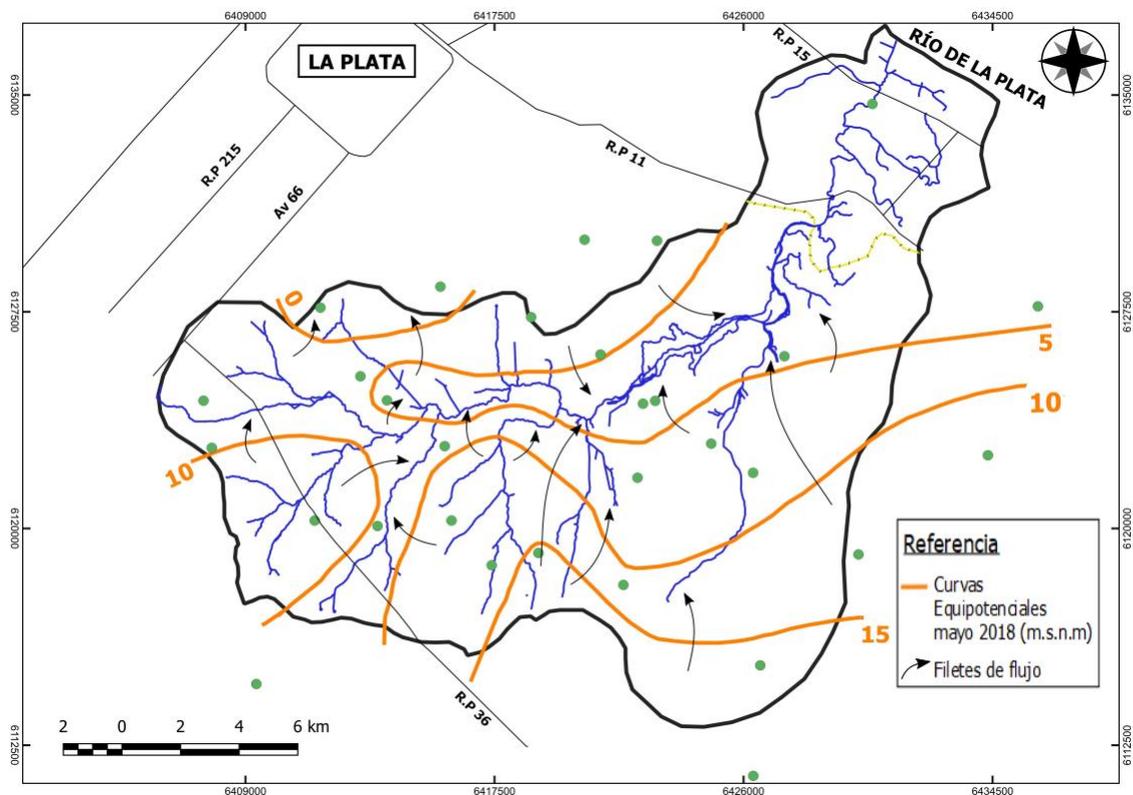


Figura 21. Mapa equipotencial marzo 2018

Hidroquímica

El análisis hidroquímico se realizó a partir de las 16 muestras recolectadas en la campaña de mayo de 2017 (Figura 21).

In situ se registró la conductividad y temperatura del acuífero freático en 22 pozos de los 30 pozos de la red de monitoreo (Figura 22).

Se realizó el análisis en laboratorio de los analitos mayoritarios, los aniones sulfatos, cloruros y bicarbonatos y cationes sodio, calcio y magnesio, pH y sólidos disueltos. Se procesó la información en un diagrama Piper (Figura 23) y se realizaron los diagramas Stiff para cada muestra. (Figura 24).

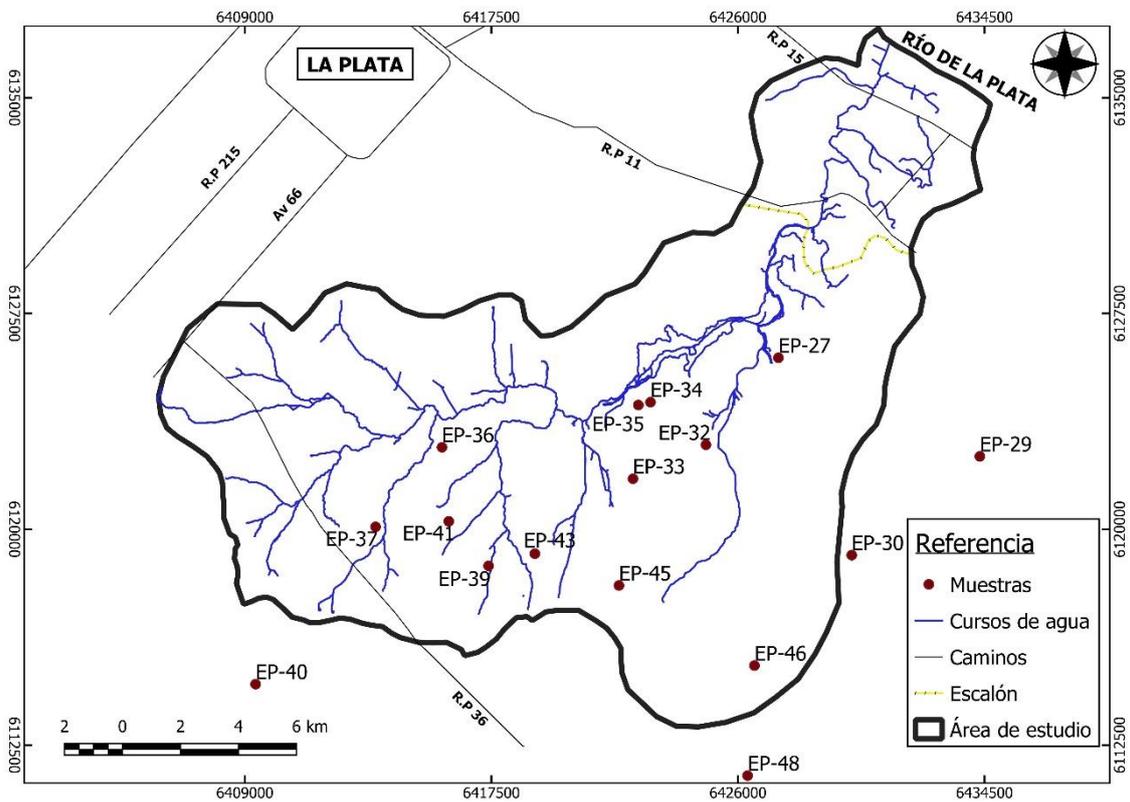


Figura 21. Ubicación de pozos muestreados

Los valores de conductividad eléctrica varían entre 600 $\mu\text{S}/\text{cm}$ en la cabecera de la cuenca y 800 -1000 hacia el centro, observándose un aumento de la conductividad hacia el noreste en dirección a la Planicie Costera con un valor de 7100 $\mu\text{S}/\text{cm}$ medido.

La baja salinidad en la llanura continental, puede estar relacionado a la alta tasa de infiltración (Laurencena, 1989) y veloz percolación del agua en los sedimentos no permitiendo la concentración de sales en los mismos.

El pH varía entre valores 7,6 y 8,3 U de pH, con un promedio de 7,9 U de pH.

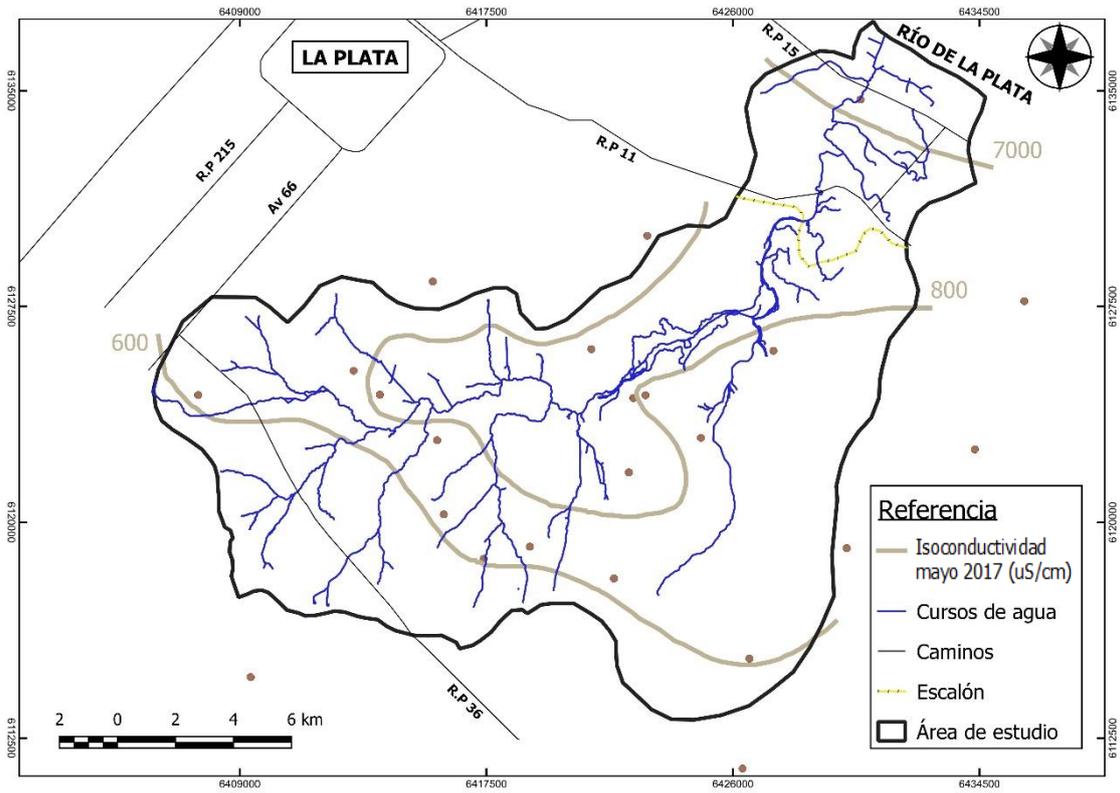


Figura 22. Mapa de isoconductividad mayo 2017

El agua de la Llanura Alta es de tipo bicarbonatada sódica, excepto la muestra 34 que es bicarbonatada cálcica y magnésica.

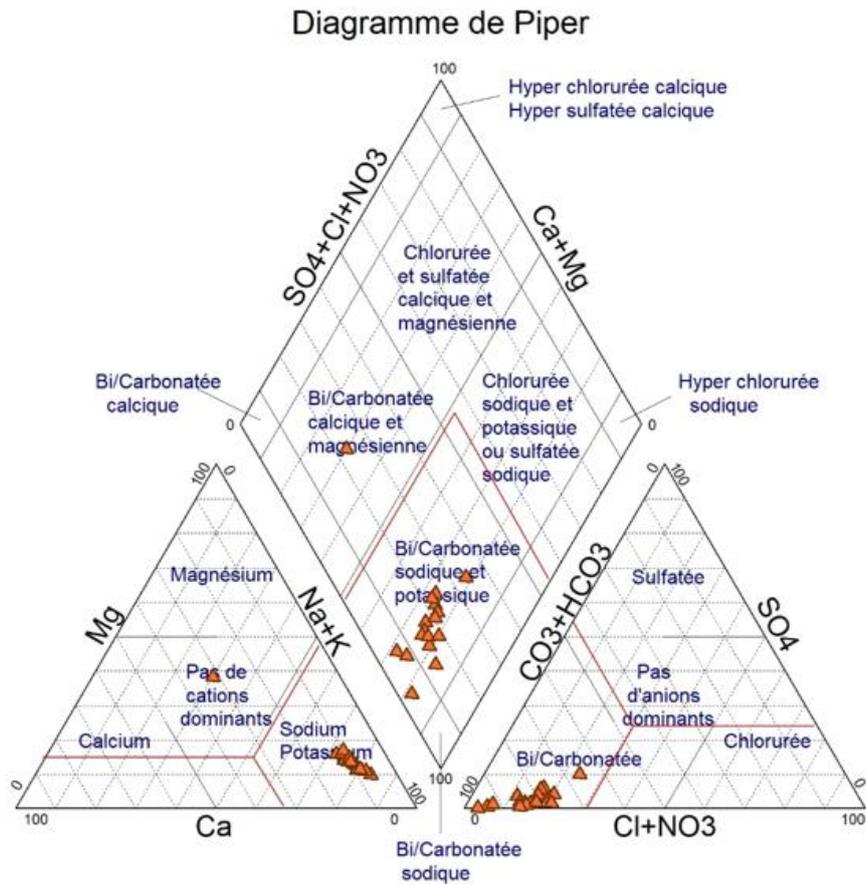


Figura 23. Diagrama Piper

Según los diagramas Stiff realizados a las 16 muestras podemos ver el alto tenor de bicarbonato teniendo algunas que sobrepasan los 3 meq/L por ejemplo la muestra 36, 35, 30 y 46.

Con respecto a los cationes se presentan altos tenores de sodio sobrepasando los 3 meq/L en algunas muestras como la 29 y 35. Con excepción a la muestra 34 donde el sodio es muy bajo cercano a los 0,5 meq/L.

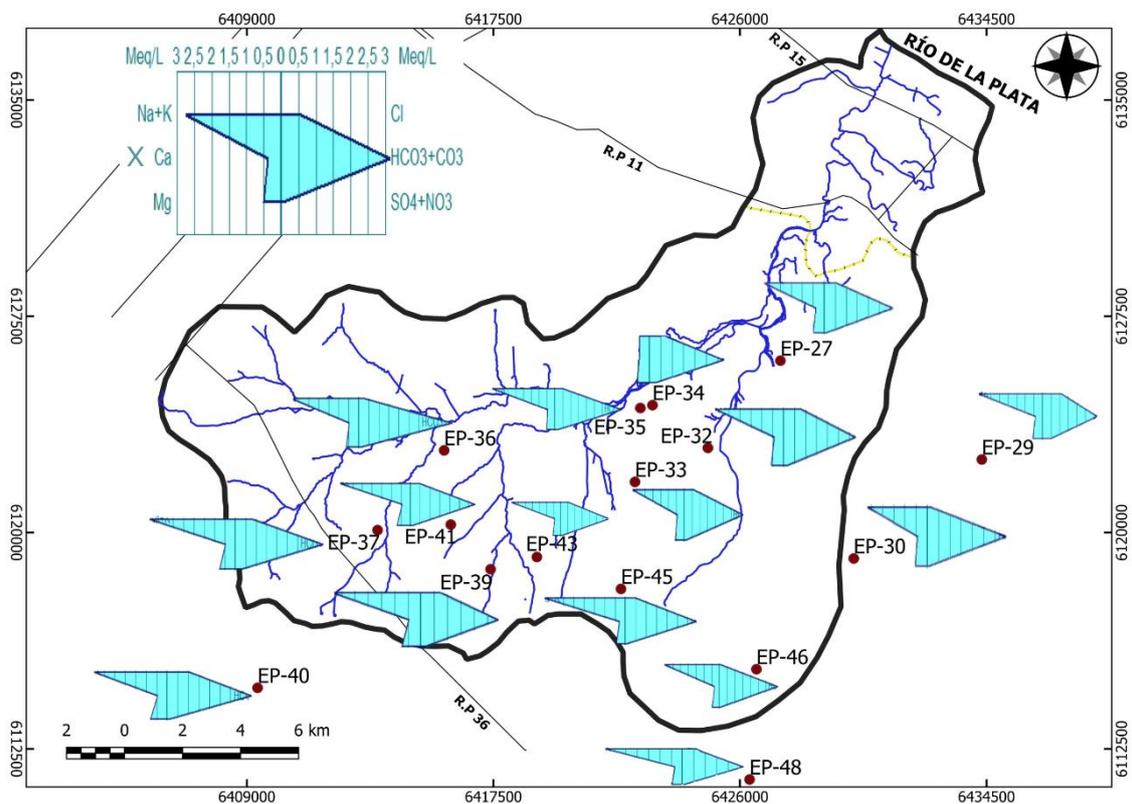


Figura 24. Diagramas Stiff

CONCLUSIONES

El año 2017 presenta una precipitación anual de 1140 mm/año y un exceso hídrico de 366 mm/año. El periodo 2018 la precipitación total es de 1337 mm/año y el exceso es de 567 mm/año. En los dos años los excesos se producen en los meses de invierno y primavera con los valores máximos en el mes de mayo con valores de 117 mm y 157 mm respectivamente.

La profundidad de los niveles freáticos corresponde a dos censos de perforaciones, uno realizado en mayo de 2017, y otro en marzo de 2018. El primero coincide con los máximos excesos y el segundo es el resultado de un periodo de excesos escasos a nulos. Las menores profundidades oscilan entre 1 y 2 m. En la divisoria sur varían entre 5 y 9,8 m y en la divisoria norte varían entre 15 y 30 m.

La profundidad del nivel freático presenta diferencias bien marcadas entre las divisorias norte afectada tanto por la extracción para consumo humano de la ciudad de La Plata, como por la extracción para riego y la sur que se encuentra sin afectación.

En los mapas equipotenciales de los periodos 2017 y 2018 se observa en la zona sur de la cuenca una dirección de flujo local hacia el arroyo y flujo regional hacia el norte. En el sector de cabeceras, en cambio existen modificaciones tanto en los valores de alturas hidráulicas como en la dirección de flujo subterráneo, debido a la extracción intensiva en la ciudad de La Plata.

La conductividad eléctrica del acuífero freático se mantiene en sus condiciones naturales con los valores bajos hacia la cabecera con 600 uS/cm aumentando en dirección noreste hacia la zona de descarga, en la Planicie Costera, con un valor de 7000 uS/cm.

El agua es de tipo bicarbonatada sódica en 15 de las 16 muestras tomadas en el sector norte de la cuenca.

Los diagramas Stiff se corresponden con el diagrama Piper, mostrando las 15 muestras altos tenores de bicarbonato y sodio. Excepto el pozo 34 que posee alto tenor de bicarbonato y magnesio.

En la planificación del manejo de los recursos subterráneos se debe tener en cuenta, que el conocimiento de la variación de los niveles freáticos, constituye una base fundamental para una gestión adecuada del uso y conservación del recurso hídrico.

BIBLIOGRAFÍA

Páginas web citadas

<https://www.argentina.gob.ar/interior>. Página oficial del Ministerio del Interior, Obras Públicas y Viviendas.

<https://www.qgis.org/es/site/>. Página oficial del programa Qgis 3.x.

<https://www.usgs.gov/>. Página oficial del Servicio Geológico de Estados Unidos.

Trabajos citados

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. P. 1986. Hydrodynamic behavior of the Puelche Aquifer in Matanza River Basin. Groundwater. Vol. 25, Nº5: 636-642. Dublin, Ohio.

Daus, F.A., 1946. Morfología general de las Llanuras Argentinas. Geografía de la República Argentina. GAEA, VI.

Deluchi, M.; Kruse, E.; Laurencena P.; Carol E.; Rojo A., 2005. Variaciones de niveles freáticos en la cuenca del Arroyo El Pescado (Provincia de Buenos Aires). XVI Congreso Geológico Argentino. La Plata. Argentina. Tomo III, pp 725–730.

Deluchi, M.; Carol, E.; Mancuso, M.; Kruse, E.; Laurencena, P.; Rojo, A., 2011. Evolución hidrológica en un área urbanizada con explotación de agua subterránea". VII Congreso Argentino de Hidrogeología y V Seminario Hispano-latinoamericano sobre temas actuales de la Hidrología Subterránea. ISBN 978-987-23936-8-7. Pág.166-173. Octubre 2011 Salta.

Deluchi, M., Kruse, E., Laurencena, P., Rojo, A. y Carol, E., 2012. Modificaciones en el flujo subterráneo por aumento en la extracción de agua en la ciudad de La Plata. I Congreso Latinoamericano de Ecología Urbana. I Curso Internacional de Ecología Urbana. Desafíos y escenarios de desarrollo para las ciudades latinoamericanas. Pag.624-628.

EASNE, 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., F. De Francesco Y R. Pascual., 1975. Geología superficial de la llanura bonaerense (Argentina). VI Congreso Geológico. Argentino., Relatorio, 103-138. Bahía Blanca.

Fidalgo, F. y Martínez O. R., 1983. Algunas características geomorfológicas dentro del Partido de La Plata, Provincia de Buenos Aires. Revista Asociación Geológica Argentina, XXXVIII (2), 263 - 279. Buenos Aires.

García, J.M. y Zanandrea, J.F., 2017. Dinámica hídrica del acuífero Puelche en la ciudad de La Plata y alrededores. Resultados preliminares. IV Congreso Internacional Científico y Tecnológico. CIC.

García, J.M. y Zanandrea J.F., 2018. Evaluación de la dinámica hídrica del agua subterránea en la región del Gran La Plata. XXVI Jornada de jóvenes investigadores.

García, J.M. y Zanandrea J.F., 2018. Modificaciones antrópicas del sistema geohidrológico Pampeano- Puelche en La Plata y alrededores. X Congreso argentino de hidrogeología y XIV Congreso latinoamericano de hidrogeología.

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.

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

Kruse E., Laurencena P. Deluchi M. Pousa J. y D. Guaraglia. 2017 Groundwater problems in an area of the northeast of Buenos Aires province, Argentina. Water Resources. Systems, Management and Investigation. Edit Rachel A.Lambert. Nova Science Publisher NewYork. ISBN 978-1-53610-976-4 Pag 55-67. 978-1-53610-999-3_eBook

Laurencena, P., 1989. Contribución al conocimiento de los procesos hidrológicos vinculados con la interrelación aguas superficiales-aguas subterráneas en cuencas de llanuras. Cuenca Arroyo El Pescado, Pcia. de Buenos Aires. Informe científico final, CIC. Inédito.

Laurencena, P.; Varela, L.; Kruse, E.; Rojo, A.; Deluchi, M., 2002. Características de las variaciones freáticas en un área del Noreste de la Provincia de Buenos Aires. Groundwater and Human Development. XXXII IAH & VI ALSHUD Congress 2002. Actas: 1334–1340. Mar del Plata.

Laurencena, P., Kruse, E., Rojo, A, Deluchi, M. y E. Carol., 2005. Variaciones de niveles freáticos en la cuenca del Arroyo El Pescado (Provincia de Buenos Aires). XVI Congreso Geológico Argentino. Tomo III, P. 725-730. La Plata. Argentina.

Laurencena, P., Deluchi, M., Rojo, A. y Kruse, E., 2010. Influencia de la explotación de aguas subterráneas en un sector del área periurbana de La Plata. Revista de la Asociación Geológica Argentina. Volumen 66, N° 4, Pp. 484-489. Número especial Geología Urbana, Ordenamiento Territorial y Teledetección.

Merlo, D, Capítulo L. R., Kruse E., Laurencena P., Deluchi M. y A. Rojo., 2011. Evaluación de la recarga del acuífero freático en un área de llanura. VII Congreso Argentino de Hidrogeología y V Seminario Hispano-Latinoamericano.

Rojo, A. Laurencena, P., Kruse, E. y Deluchi M. 2008. Particularidades de la Relación aguas subterráneas - aguas superficiales en un sector del noreste de la Provincia de Buenos Aires, Argentina. 9º Congreso Latinoamericano de Hidrología subterránea y Expo Agua 2008, Actas digitales en CD, Quito.

Sala, J. M. 1972. "Contribución al estudio geohidrológico del Noreste de la Provincia de Buenos Aires". EASNE-CFI. Serie. Téc.24, Tomo I y II.

Santa Cruz, J., 1972. Estudio sedimentológico de la Formación Puelches en la provincia de Buenos Aires. Revista de la Asociación Geológica Argentina, T27, 1:5-62.

Thornthwaite, C. W y Mather, J.R., 1957. "Instruction and tables for computing the potential evapotranspiration and the water balance". Climate Crewel Inst. of Technology. 10(3).

Yrigoyen, M.R. 1975., Geología del subsuelo y plataforma continental. Relatorio del VI Congreso Geológico Argentino.

ANEXOS

I- Perforaciones brindadas por AguaNor

PL- 41

Perforación de explotación, Ignacio Correa, Pdo. La Plata, Pcia. Buenos Aires.

Atención:
 Consistente:
 Inicio: 18/02/09 Fin: 19/02/09

Ubicación

Domicilio: Calle 705 y 35 parcela Rural.
 Localidad: Ignacio Correa.
 Acceso: Av. 7 luego acceso Ruta 30 a Ignacio Correa.
 Coordenadas:

Líneas Aproximadas de división de acuíferos.
 Espinalche 0.00 --- 35.00 m.
 Pueliche 44.00 --- 70.30 m.
 Base Pueliche 70.30 m

Descripción de materiales instalados

Tubo de revestimiento (escarificado)	48.00 m caño P.V.C de 125 x 7.5 mm
Columna filtrante (filtros)	8.00 m, ranura columna R-0.50, A" F
Columna ciega (portafiltros)	12.00 m, caño PVI de 2" - 2m PPI caña de filtro.
Revestimiento prefiltros (prefiltro)	0.75 Kg. Grava silicea seleccionada Nº 15
Cabeza de impulsión	25.60 m H ₂ O 2"
Cementado (cemento seco)	450 Kg. Cemento Portland + 30 Kg. bentonita

Equipo de bombeo

Potencia ofrecida y tensión requerida	7.5 HP x 380 V Franklin USA.
Modelo del cuerpo de impulsores	5T8020
Diámetro de la bomba	4"
Tablero eléctrico	Contactor con relevo térmico.
Marca motor	Franklin USA.
Marca cuerpo	Rotox Pump.
Sección del cable de alimentación	40 m 3 x 7.5 mm ²

Características particulares

Método de sustracción (cementación similar)	840 litros inyectado mediante cabeza
Método sanitario (Oxtericida)	Cloro sólido
Callo entre el portafiltro y la cámara	Mediante esterificación creciente de grava
Profundidad perforada	71.00 m
Profundidad final	87.00 m
Cvaca	1.6b+3.3 mmc

Medidas obtenidas del ensayo de bombeo inicial

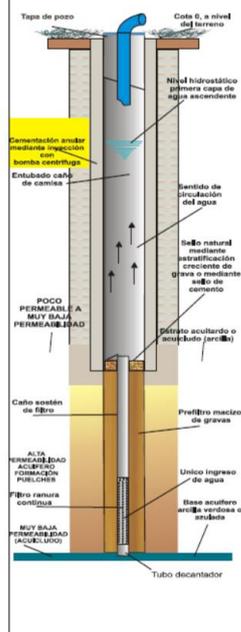
Caudal Q y presión, P	Q = 23.2 m ³ /h ; P = 15 mBar
Temperatura del agua bombeada	18 ~ °C
Conductividad del agua extraída	730 mS
PH (alcalinidad y acidez)	
Sólidos Disueltos	Dpm
Nivel hidrostático estático	NE = 8.25 mbbp
Nivel dinámico	ND = 15.70 mbbp

Perfil litológico aproximado y general.

Corte plano de perforación en 4"

Profundidad En metros	Descripción litológica
0.00	Suelo vegetal
3.00	Limo arenoso castaño oscuro con calcáreo y algo de limo arcilloso. Iden color.
6.00	Limo arcilloso-arenoso algo rojizo con toquilla.
9.00	Iden anterior con mayor participación de tosca.
12.00	Limo arcilloso-arenoso castaño claro con arcilla algo verdosa subordinada.
15.00	Iden anterior con mayor participación de arcilla verdosa a parda.
21.00	Limo arenoso de color castaño claro. Con menor part. de material arcilloso.
24.00	Limo arenoso castaño oscuro fracción fina.
30.00	Iden anterior con tosca nodiforme. Iden color.
33.00	Transición paupermo-acuitado con limo arenoso y arcilla plástica parda a grisca.
36.00	Arcilla algo más verdosa con arena limosa subordinada.
39.00	Zona de transición entre acuitado y Pueliche con arena limosa y arcilla parda algo verdosa plástica.
42.00	
45.00	
48.00	Arena fina a mediana amarilla blanquecina.
51.00	Arena mediana y uniforme.
54.00	Arena de grano medio uniforme amarilla algo más oscura.
57.00	Arena de grano medio a grueso de marrón a amarilla blanquecina con arena gravilosa.
60.00	Arena de granulometría media cuarzoza a gravilosa con abundante calcáreo y arcilla dispersa migajosa.
63.00	Arena gravilosa sin buena selección de grano siendo más uniforme hacia la base.
66.00	
69.00	Arena uniforme con grava basal subordinada. Color oscuro. Calcáreo. Arena uniforme amarilla blanquecina gruesa con grava.
70.30	Grava 2 a 3mm y arena gruesa negra y negra con buena part.

DISEÑO CONSTRUCTIVO



Perforación de explotación. Arana, Pdo. La Plata, Pcia. Buenos Aires.

Propietario: Inicio: 15/04/03 Fin: 16/04/03
 Ubicación

Domicilio: Calle 617 y 143.
 Localidad: Arana
 Acceso: Av 72, luego C. 137 camino Arana hasta 617.
 Coordenadas:

Líneas Aproximadas de división de acuíferos.

Epipeliche	0.00 --- 42.00 m
Puelche	48.00 --- 65.50 m
Base Puelche	65.50 m

Descripción de materiales instalados

Tubo de revestimiento (encamisado)	48.50 m cable P.V.C de 115 x 4.5 mm
Columna filtrante (filtros)	3.00 m, ranura continua K.0.50, A'P'
Columna ciega (portafiltros)	12.00 m, cable PN de 2"
Revestimiento prefiltrante (prefiltro)	260 Kg. Grava silicea seleccionada N° 15
Cajetina de impulsión	19.20 m, 2" H' G' A.C.N.D.A.R.
Cementado (cemento seco)	250Kg Cemento Portland + 30 Kg bentonita

Equipo de bombas

Potencia ofrecida y tensión requerida	2 HP x 380 V
Modelo del cuerpo de impulsores	F10-13
Diámetro de la bomba	4"
Tablero eléctrico	Aranque directo con comm. Panel y botonera.
Marca motor	Franklin
Marca cuerpo	Rotor Pump
Sección del cable de alimentación	32 m, 3 x 2.5 mm²

Características particulares

Método de sellado (cementación anular)	450 litros inyectado mediante cajetina
Método sumero (vacancia)	Ciebro sólido
Sello entre el portafiltro y la camisa	Mediante estratificación creciente de grava
Profundidad perforada	65.50 m
Profundidad final	63.00 m
Cruce	16+2.1 usnc

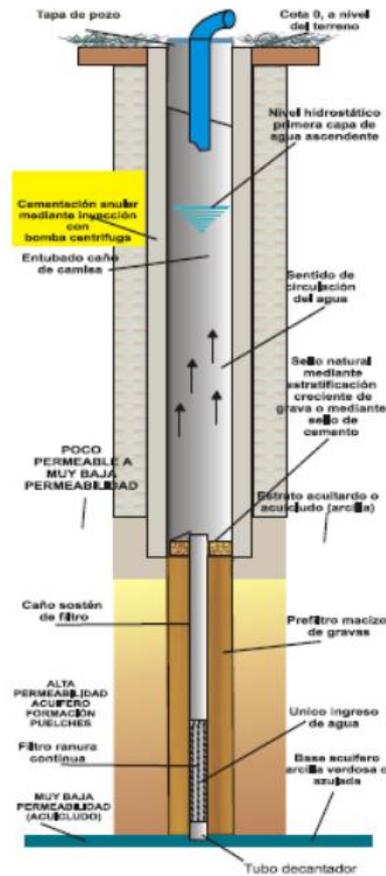
Medidas obtenidas del ensayo de bombeo inicial

Caudal, Q y presión, P	Q = 10.6 m³/h ; P = 15 m Hm
Temperatura del agua bombeada	-18 °C
Conductividad del agua estrada	883 µS
Pun. gravimétricos	580
Nivel hidroestático estático	NE = 10.20 m
Nivel dinámico	ND = 15.00 m

Buenos Aires, 15 de Abril de 2003.
 Boero, Juan.
 Perfil litológico aproximado y general.
 Corte plano de perforación en 4°.

Profundidad En metros	Descripción litológica
0.00	Suelo vegetal
3.00	Limo arenoso fracción gruesa
6.00	Limo arcilloso marrón intercalado con limo arenoso.
9.00	Limo arcilloso con participación de carbonatos calcios y magnésicos diseminados en formación.
12.00	Limo arenoso pardo oscuro fracción algo mas fina. Poca participación de carbonatos calcicos presentados en nódulos y en pequeñas placas.
15.00	Limo arenoso de color pardo claro.
27.00	Limo arenoso fracción fina con participación de carbonatos que le transfieren una dureza considerable al suelo.
30.00	Idem anterior con alguna intercalación de arena limosa de fracción muy fina.
33.00	
36.00	
39.00	
42.00	Arcilla parda a blanca de característica plástica. Estrato semi-impermeable.
45.00	
48.00	Arena limosa de grano fino de color pardo oscuro.
51.00	Arena de grano fino de color algo mas amarillento.
55.00	Arena de grano mediano demuestra una correcta permeabilidad.
58.00	Arena de grano mediano de coloración algo mas blanquecina.
61.00	Arena mediana a gruesa con intercalaciones de grava basal.
65.50	Arcilla plástica parda oscura, luego verdosa. Base del acuífero.

DISEÑO CONSTRUCTIVO



Perforación de explotación. Olmos, Pdo. La Plata, Pcia. Buenos Aires.

Propietario:

Inicio: 16/04/10 Fin: 19/04/10

Ubicación

Domicilio: Av. 66 y 190.
Localidad: Olmos.
Acceso: Ruta 36 y 66.
Coordenadas:

Líneas Aproximadas de división de acuíferos
Epipualcha 0,00 --- 45,00 m
Puelche 51,00 --- 77,50 m.
Base Puelche m

Descripción de materiales instalados

Tubo de revestimiento (encamisado)	57,80 m caño P.V.C de 125 x 6,1 mm menos cuplas.
Columna filtrante (filtros)	7,00 m ranura continua R-0,50, A" F 2 1/2"
Columna ciega (portafiltros)	12,00 m caño PpN de 2 1/2" = asiento de cola
Revestimiento prefiltrante (prefiltro)	215 Kg. Grava silicea seleccionada N° 15
Cañera de impulsión	44,60 m H ₂ O de 2"
Cementado (cemento seco)	600 Kg. Cemento Portland + 30 Kg. bestoquita

Equipo de bombeo

Potencia ofrecida y tensión requerida	7,5 HP x 380 V Franklin USA. Existente
Módulo del cuerpo de impulsores	ST 8020
Díametro de la bomba	4"
Tablero eléctrico	Contactar con relevo térmico.
Marca motor	Franklin
Marca cuerpo	Rotor Pump.
Sección del cable de alimentación	50 m x 3 x 2,5 mm ²

Características particulares

Método de síntesis (cementación anular)	1200 litros inyectado mediante cañera
Método de asiento (taponado)	Cinco sólidos
Sello entre el portafiltro y la camisa	Mediante estratificación creciente de grava
Profundidad perforada	78,00 m
Profundidad final	76,50 m
Cruce	206+4,3 msnr.

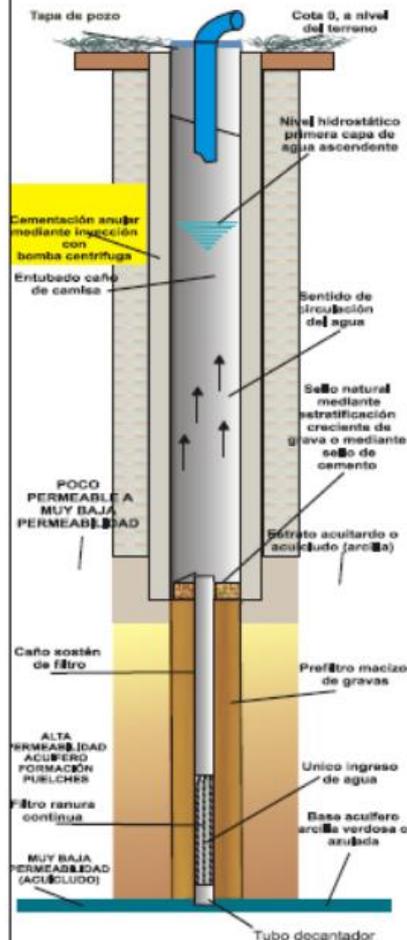
Medidas obtenidas del ensayo de bombeo inicial

Caudal, Q y presión, P	Q = 15,6 m ³ /h ; P = 40 m Hm
Temperatura del agua bombeada	~ 19°C
Conductividad del agua extraída	mS
pH (alcalinidad y acidez)	
Sólidos Disueltos	Ppm
Nivel hidrostático estático	NE = 27,85 mbbp
Nivel dinámico	ND = 35,86 mbbp

Perfil litológico aproximado y general.
Corte plano de perforación en 4".

Profundidad	Descripción litológica
0.00-3.000	Suelo vegetal, limo arenoso arcilloso con calcáreo.
3.00-6.00	Limo arenoso con tosquilla castaño oscuro.
6.00-9.00	Limo arcilloso arenoso castaño claro
9.00-12.00	Limo arenoso con participación de arcilla marrón clara a parda.
12.00-15.00	Limo arenoso arcilloso castaño claro
15.00-18.00	Limo arcilloso con arcilla marrón subordinada.
18.00-21.00	Idem anterior
21.00-24.00	Limo arenoso con abundante tosca nodiforme. Fracción fina
24.00-27.00	Idem anterior.
27.00-30.00	Limo arenoso fricción fina con abundante calcáreo.
30.00-33.00	Idem anterior.
33.00-36.00	Limo arenoso fracción algo más grueso castaño claro.
36.00-39.00	Part. de arcilla grisácea
39.00-42.00	Limo arcilloso castaño claro
42.00-45.00	Zona de transición Pampeano-acuitardo con limo arenoso, calcáreo y arcilla parda grisácea.
45.00-48.00	Arcilla plástica marrón clara
48.00-51.00	Zona de transición acuitardo-puelche con arcilla marrón plástica y arena fina cuarzoza.
51.00-54.00	Arena fina amarillenta y uniforme
54.00-57.00	Arena de grano fino amarillo oscuro uniforme
57.00-60.00	Arena limpia de grano fino a medio y de coloración blanquecina
60.00-66.00	Arena idem granulometría anterior algo más amarillenta
66.00-69.00	Arena de grano medio a grueso con granos de color oscuro amarronados pero de apariencia blanquecina.
69.00-78.00	Arena gravillosa con grava basá subordinada de 1 a 2 mm de diam.

DISEÑO CONSTRUCTIVO



Perforación de explotación, Villa Garibaldi, Pdo. La Plata, Pcia. Buenos Aires.

Atención:
Comite: .
Inicio: 30/09/10 **Fin:** 01/10/10

Ubicación

Domicilio: Calle 18 esquina 667.
Localidad: Villa Garibaldi.
Acceso: Av. 7 luego acceso Ruta 30 hasta C.16.
Coordenadas:

Líneas Aproximadas de división de acuíferos.
 Epipeluche..... 0.00 — 31.00 m.
 Peluche..... 40.00 — 64.30 m.
 Base Peluche..... 64.30 m.....

Descripción de materiales instalados

Tubo de revestimiento (encamusado)	47.50 m caño P.V.C de 115 x 4.5 mm
Columna filtrante (filtros)	3.00 m, ranura continua R. 0.50, A° F°
Columna ciega (portafiltros)	6.00 m, caño PN de 2" + asiento de cola
Revestimiento prefiltrante (prefiltro)	115 Kg. Grava silíceas seleccionada N° 15
Cubierta de impulsión	24.00 m PPN 1 1/2"
Cementado (cemento seco)	400Kg Cemento Portland + 20 Kg. bentonita

Equipo de bombas

Potencia ofrecida y tensión requerida	1.5 HP x 220V 3W Franklin USA.
Modelo del cuerpo de impulsores	5T2512
Diámetro de la bomba	4"
Tablero eléctrico	Original Franklin
Marca motor	Franklin USA.
Marca cuerpo	Rotor Pump
Sección del cable de alimentación	35 m 3 x 2.5 mm²

Características particulares

Método de aislación (cemenación amilar)	800 litros inyectado mediante cubierta
Método sanitario (bactericida)	Cloro sólido
Sello entre el portafiltro y la camisa	Mediante estratificación creciente de grava
Profundidad perforada	65.00 m
Profundidad final	64.00 m (55)
Cruce	1.5b-1.3 msac

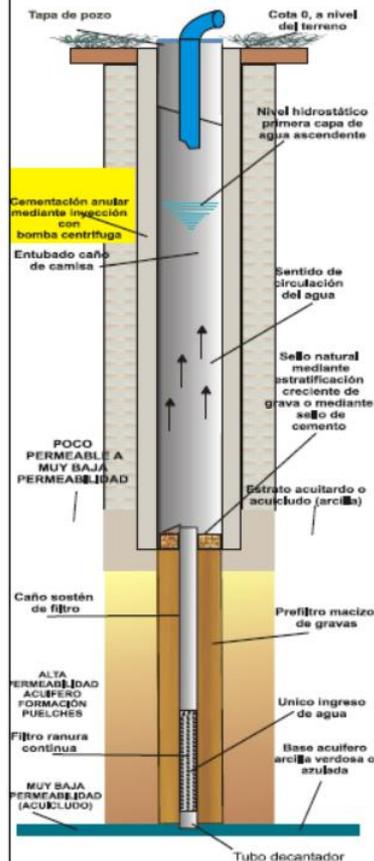
Medidas obtenidas del ensayo de bombeo inicial

Caudal, Q y presión, P	Q = 7,2 m³/h ; P = 15 mHm
Temperatura del agua bombeada	18 - °C
Conductividad del agua extraída	840mS
PH (alcalinidad y acidez)	7.38
Sólidos Disueltos	655Ppm
Nivel hidrostatico estatico	NE = 2.65 mbbp.
Nivel dinamico	ND = 6.07 mbbp.

**Perfil litológico aproximado y general.
 Corte plano de perforación en 4".**

Profundidad En metros	Descripción litológica
0.00	Suelo vegetal
3.00	Limo arenoso castaño oscuro con calcáreo y algo de limo arcilloso idem color.
6.00	Limo arcillo-arenoso algo rojizo con tosquilla.
9.00	Idem anterior con mayor participación de tosca.
12.00	Limo arcillo-arenoso castaño claro con arcilla algo verdosa a parda subordinada.
15.00	Idem anterior con mayor participación de arcilla verdosa a parda.
18.00	Limo arenoso de color castaño claro. Con menor part. de material arcilloso.
24.00	Limo arenoso castaño oscuro fracción fina.
30.00	Idem anterior con tosca nodiforme idem color.
33.00	Transición pampeano-acuitardo con limo arenoso y arcilla plástica parda a grisácea.
36.00	Arcilla algo más verdosa con arena limosa subordinada.
38.00	Zona de transición entre acuitardo y Peluche con arena cuarzosa y arcilla parda algo verdosa plástica.
40.00	Arena fina a media amarilla blanquecina.
42.00	Arena media y uniforme.
51.00	Arena de grano medio uniforme amarilla algo más oscura.
54.00	Arena de grano medio a grueso de marrón a amarilla blanquecina con arena gravillosa.
57.00	Arena de granulometría media cuarzosa a gravillosa.
60.00	Arena gruesa uniforme blanquecina idem anterior algo más amarillenta.
61.00	Grava basal subordinada Color oscura.
62.00	Grava 2 a 3mm y arena gruesa negra a negruzca buena part.
63.00	Base del acuífero arcilla verdosa a gris oscura. 2.1b-1.5msac
64.60	

DISEÑO CONSTRUCTIVO



Perforación de explotación. La Plata, Pcia. Buenos Aires.

Atención:
Comitente:
Inicio: 12/12/2012. Fin: 21/12/2012.

Ubicación

Domicilio: Calle 137 y 96. La Plata.
Localidad: La Plata.
Acceso: calle 137 camino a Arana sobre lateral derecho Fincas de Dugan.
Coordenadas:

Líneas Aproximadas de división de acuíferos.
Epipulchra 0.00 --- 28.00 m.
Pulchra 36.00 --- 65.10 m.
Baza Pulchra 66.30 m

Descripción de materiales instalados

Tubo de revestimiento (encamizado)	42.45 m caño Acero al carbono de 14" x 6.35 mm
Columna filtrante (filtro)	10.00 m. Filtro de acero inoxidable de 6" R-050
Columna ciega (portafiltros)	12 m tubo sif de 6" + 1 m codo de filtro sif 6"
Tubo segundo revestimiento prolongación de perfor	38.00m de tubo PVC 200 mm C110 Amaco.
Revestimiento prefiltrante (prefiltro)	3750 Kg. Grava silicea seleccionada N° 0.8
Cadena de impulsión	38.40 m tubo acero galvanizado de 4"
Cemento (cemento seco)	2650 Kg Cemento Portland.

Equipo de bombeo

Potencia ofrecida y tensión requerida	10 HP x 380V
Módulo del cuerpo de impulsores	RXSP 300-08 Tipo multitempo de AISI.
Diámetro de la bomba	6"
Fabrics eléctrico	Contacter con reléo térmico y botones
Marca motor	FRANKLIN USA
Marca cuerpo	ROTOR PUMP
Sección del cable de alimentación	3 x 6 mm ² x 45m.

Características particulares

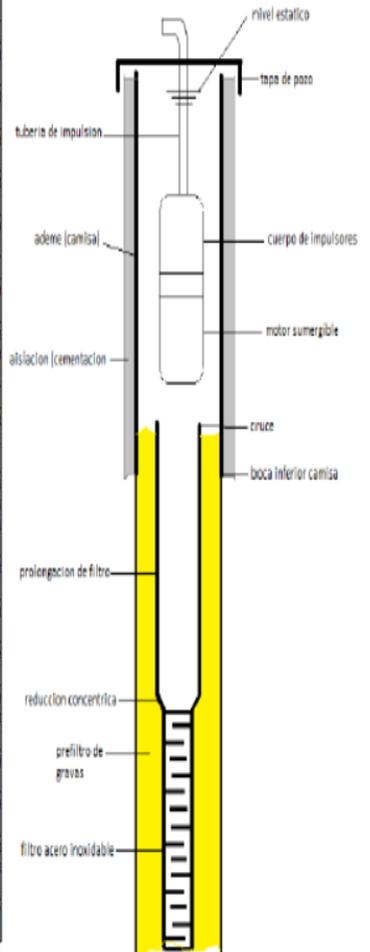
Método de inyección (concentración amolar)	2650 litros inyectado mediante doble cadena de 1 1/4"
Método amolado (bactericida)	Ciuro sólido
Sello entre el portafiltros y la camisa	67.00 m
Profundidad perforada	63.20 m
Profundidad final	63.20 m
Cruce	Boca de pozo.

Medidas obtenidas del ensayo de bombeo inicial

Caudal, Q y Qe	Q = 75 m ³ /h ; Qe = 6.41 m ³ /h/m
Temperatura del agua bombeada y duran en CO3Ca	4.19.2 °C. 280mg litro con colorimétrico de campo
Conductividad del agua estrada	1750 mS
pH (alcalinidad y acidez)	7.40
Sólidos Disueltos	470Ppm
Nivel hidrostatico estatico	NE = 33.26 m
Nivel dinámico	ND = 35.43 m

Perfil litológico aproximado y general.

Profundidad En metros	Descripción litológica
0.00-3.00	Suelo vegetal. Limo arenoso con tosquilla y arcilla marrón clara.
3.00-6.00	Limo arenoso castaño claro con calcáreo.
6.00-9.00	Limo arenoso fracción fina castaño oscuro.
9.00-12.00	Idem anterior más compacto con tosca nodiforme.
12.00-15.00	Limo arenoso castaño claro, algo arcilloso con abundante tosca.
15.00-18.00	Idem anterior.
18.00-21.00	Limo areno arcilloso con tosquilla de coloración blanquecina.
21.00-24.00	Idem anterior algo más arenoso marrón claro con algo de arcilla marrón.
24.00-28.00	Idem anterior.
28.00-30.00	Arcilla parda a grisácea plástica con pequeñas lentes de limo compacto. Comienzo del acuitardo.
30.00-33.00	Arcilla franca plástica algo más blanquecina. Solo en algunas lentes subordinadas se presenta arcilla gris oscura.
33.00-36.00	Idem anterior con limo subordinado y algo de arena limosa rojiza.
36.00-39.00	Arena de grano medio de coloración amarilla blanquecina.
39.00-42.00	Arena de grano algo más fino de coloración blanquecina.
42.00-45.00	Arena de grano medio con algo de arcilla subordinada de coloración marrón rojiza.
45.00-48.00	Arena de grano medio consolidada uniforme de color amarillo claro.
48.00-62.00	Arena de grano grueso con gravilla subordinada de grano 0.2<0.8<1
62.00-65.10	Arena de grano medio con intercalaciones de arena fina color mostaza a marrón oscuro.
65.10-66.30	Arena negruzca de grano grueso y grava basal. Luego arcilla azulada.



Perforación de explotación, Ignacio Correa, Pdo. La Plata, Pcia. Buenos Aires.

Atención:
Comienzo:
Inicio: 29/02/09 **Fin:** 03/03/09

Ubicación

Domicilio: Calle 131 a 698 y 699.
Localidad: Ignacio Correa
Acceso: Av. 7 luego acceso Ruta 30 a Ignacio Correa.
Coordenadas:

Líneas Aproximadas de división de acuíferos.
 Epipuelche 0.00 --- 35.00 m.
 Puelche 44.00 --- 70.30 m.
 Base Puelche 70.30 m

Descripción de materiales instalados

Tubo de revestimiento (escamado)	47.00 m caño P.V.C de 115 x 4.5 mm
Columna filtrante (filtro)	3.00 m, ranura continua R-0.10, A" T
Columna ciega (portafiltros)	12.00 m, caño PN de 2" + asiento de cola.
Revestimiento prefiltrante (prefiltro)	150 Kg. Grava silicea seleccionada N° 15
Cañera de impulsión	30.00 m PPN 1 1/2"
Cemento (cemento seco)	350 Kg. Cemento Portland + 20 Kg. bentonita

Equipo de bombeo

Potencia ofrecida y tensión requerida	1.5 HP x 220V 3W Franklin USA.
Modelo del cuerpo de impulsores	ST2512
Diámetro de la bomba	4"
Tablero eléctrico	Original Franklin.
Marca motor	Franklin USA.
Marca cuerpo	Rotor Pump.
Sección del cable de alimentación	40 m 3 x 2,5 mm ²

Características particulares

Método de aislación (cementación anular)	180 litros inyectado mediante cañera
Método sanitario (bactericida)	Cloro sólido
Sello entre el portafiltro y la camisa	Mediante estratificación creciente de grava
Profundidad perforada	69.00 m
Profundidad final	81.70 m
Cruce	15b-1.3 msac

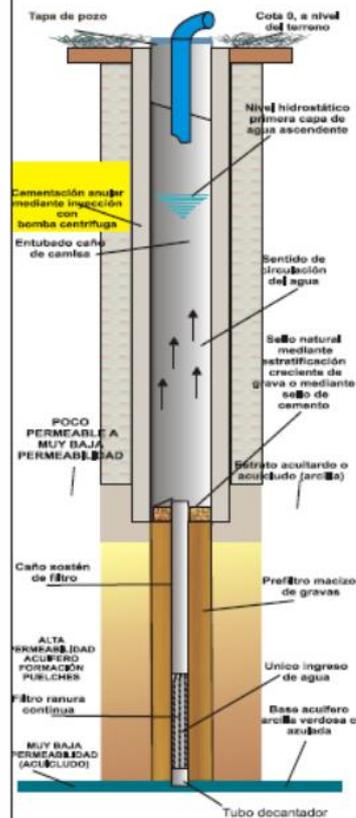
Medidas obtenidas del ensayo de bombeo inicial

Caudal, Q y presión, P	Q = 7.2 m ³ /h ; P = 15 mHm
Temperatura del agua bombeada	18 °C
Conductividad del agua extraída	mS
pH (alcalinidad y acidez)	
Sólidos Disueltos	Ppm
Nivel hidrométrico estático	NE = mbbp
Nivel dinámico	ND = mbbp

**Perfil litológico aproximado y general.
 Corte plano de perforación en 4".**

Profundidad En metros	Descripción litológica
0.00	Suelo vegetal
3.00	Limo arenoso castaño oscuro con calcáreo y algo de limo arcilloso ídem color.
6.00	Limo arcillo-arenoso algo rojizo con tosquilla.
9.00	Ídem anterior con mayor participación de tosca.
12.00	Limo arcillo-arenoso castaño claro con arcilla algo verdosa a parda subordinada.
15.00	Ídem anterior con mayor participación de arcilla verdosa a parda.
21.00	Limo arenoso de color castaño claro. Con menor part. de material arcilloso.
24.00	Limo arenoso castaño oscuro fracción fina.
30.00	Ídem anterior con tosca nodiforme ídem color.
33.00	Transición pampeano-acuitardo con limo arenoso y arcilla plástica parda a grisáceas.
36.00	Arcilla algo más verdosa con arena limosa subordinada.
39.00	Zona de transición entre acuitardo y Puelche con arena cuarzoza y arcilla parda algo verdosa plástica.
42.00	
45.00	
48.00	Arena fina a media amarilla blanquecina.
51.00	Arena media y uniforme.
54.00	Arena de grano medio uniforme amarilla algo más oscura.
57.00	Arena de grano medio a grueso de marrón a amarilla blanquecina con arena gravillosa.
60.00	Arena de granulometría media cuarzoza a gravillosa.
63.00	Arena gruesa uniforme blanquecina.
66.00	Ídem anterior algo más amarillenta.
67.00	Arena uniforme con grava basal subordinada Color oscura.
	Arena uniforme amarilla blanquecina gruesa con grava.
69.30	Grava 2 a 3mm y arena gruesa negra a negruzca buena part. Base del acuífero arcilla verdosa a gris oscura. 25b-2.5msnt

DISEÑO CONSTRUCTIVO



II- Analisis de las 16 muestras tomadas en la campaña de mayo 2017

Muestras subterráneas	Mayo/17
-----------------------	---------

Determinación	Unidades	POZOS															
		EP-27	EP-29	EP-30	EP-32	EP-33	EP-34	EP-35	EP-36	EP-37	EP-39	EP-40	EP-41	EP-43	EP-45	EP-46	EP-48
ph	UdepH	8,00	8,20	8,20	7,80	7,90	7,80	7,60	7,80	8,00	7,80	7,80	7,80	7,80	8,30	7,80	8,00
TSD	mg/l	354,00	410,00	405,00	450,00	4,26	391,00	518,00	447,00	646,00	371,00	496,00	389,00	418,00	386,00	355,00	469,00
Sulfatos	mg/l	2,80	23,40	1,10	6,20	3,40	12,30	8,70	3,20	15,00	7,80	4,00	3,30	2,20	0,80	0,30	2,80
Cloruros	mg/l	21,20	41,00	7,40	29,40	22,80	25,50	20,20	11,70	31,40	27,90	38,60	18,20	21,60	19,30	4,80	20,10
Sodio	mg/l	62,10	82,60	58,80	69,60	73,30	8,00	88,90	75,50	92,60	74,60	76,80	80,90	78,80	88,90	80,70	77,20
Potasio	mg/l	2,20	4,50	4,00	4,20	4,50	3,90	4,40	3,90	4,30	4,40	4,90	5,00	3,00	1,50	1,90	1,40
Calcio	mg/l	7,80	8,50	8,90	9,00	9,00	9,40	9,50	9,90	10,20	9,70	9,50	9,00	8,50	6,10	6,30	7,00
Magnesio	mg/l	6,50	7,20	7,10	7,40	7,20	6,90	6,80	7,60	9,30	8,90	9,70	8,50	7,10	5,50	5,70	5,90
Bicarbonatos	mg/l	190,00	195,00	215,00	202,00	230,00	200,00	260,00	285,00	260,00	180,00	245,00	205,00	210,00	210,00	230,00	165,00