

Estudio Hidrogeológico

Parque Industrial Curtidor (PIC)

Villa Diamante, Lanús, Buenos Aires, Argentina

Elaborado por: Coordinación de Calidad Ambiental- Acumar

Enero 2017

CONTENIDOS

1	INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS	- 1 -
2	DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO	- 1 -
3	UBICACION Y DATOS GENERALES	- 2 -
4	CARACTERIZACIÓN GEOMORFOLOGICA E HIDROGEOLOGICA REGIONAL	- 6 -
3.3	HIDROGEOLOGÍA	- 10 -
3.4	CLASIFICACIÓN CLIMÁTICA Y BALANCE HIDROLÓGICO	- 10 -
3.4	PRECIPITACIONES	- 10 -
3.5	TEMPERATURA	- 12 -
3.7	BALANCE HÍDRICO	- 13 -
5	CARACTERIZACIÓN HIDROGEOLOGICA DEL ÀREA DE ESTUDIO	- 14 -
6	CARACTERIZACIÓN HIDROQUIMICA	- 17 -
5.1	HIDROQUÍMICA DEL ACUÍFERO FREÁTICO/POSPAMPEANO	- 17 -
5.2	HIDROQUÍMICA DEL ACUÍFERO PUELCHE	- 18 -
5.3	HIDROQUÍMICA DEL ACUÍFERO PARANÁ	- 18 -
7	CARACTERÍSTICAS DE LOS POZOS DE EXPLOTACIÓN A INSTALAR	- 20 -
6.1	UBICACIONES DE LOS POZOS Y CARACTERÍSTICAS CONSTRUCTIVAS	- 20 -
6.2	PERFORACIÓN E INSTALACIÓN DE LOS POZOS	- 21 -
6.3	PROTECCIÓN DE LA BOCA DE LOS POZOS, ELEMENTOS DE MEDICIÓN Y MUESTREO	- 22 -
6.4	ENSAYOS DE BOMBEO PREVISTOS	- 22 -
8	CONSUMOS DE AGUA	- 23 -
7.1	EXPLOTACIÓN DEL RECURSO HÍDRICO SUBTERRÁNEO	- 23 -
7.2	TANQUES PARA ALMACENAMIENTO Y RESERVA	- 23 -
7.4.1	<i>Parámetros a analizar</i>	- 25 -
7.4.2	<i>Determinación de la calidad del agua en los pozos</i>	- 25 -
9	POTENCIALES FUENTES DE CONTAMINACIÓN Y VULNERABILIDAD	- 26 -
9.2	ACTIVIDAD DEL PIC/PLANTA DE TRATAMIENTO DE EFLUENTES LÍQUIDOS INDUSTRIALES (PTEDI) - 26 -	
9.3	CUERPOS DE AGUA	- 26 -
9.4	ALMACENAMIENTO DE RESIDUOS	- 27 -
9.5	EMPRESAS Y URBANIZACIONES CERCANAS AL PIC	- 27 -
9.6	VULNERABILIDAD DE LAS AGUAS SUBTERRÁNEAS	- 27 -
10	INFLUENCIA DE LA EXPLOTACIÓN	- 29 -
11	RECARGAS Y RESERVAS DE AGUA	- 30 -
12	CONCLUSIONES	- 33 -
13	PLAN DE MONITOREO (PROYECTADO)	- 34 -

Figuras

Figura 1.	Ubicación del proyecto PIC en el partido de Lanús	- 2 -
Figura 2.	Plano del Proyecto Parque Industrial Curtidor (PIC).....	- 3 -
Figura 3.	Fragmento de la carta topográfica Lanús.	- 4 -
Figura 4.	Imagen del PIC y cotas	- 5 -
Figura 5.	Perfil a lo largo del curso principal del Río Matanza-Riachuelo y ubicación del PIC - 7 -	

Figura 6. Precipitaciones mensuales y acumuladas anuales para los años 1946-2015, 2014 y 2015..... - 11 -
 Figura 7. Esquema de los principales acuíferos en el área de la CMR y en la zona del PIC.- 15 -
 Figura 8. Ubicación proyectada de los pozos..... - 20 -

Tablas

Tabla 1: Distribución estacional de las lluvias - 11 -
 Tabla 2: Datos de extracción y consumo..... - 23 -
 Tabla 3: Producción, consumo y disposición del agua extraída - 24 -
 Tabla 4: Listado de parámetros..... - 25 -
 Tabla 5: Vulnerabilidad de los acuíferos, Freático/Pospampeano, Puelche y Paraná - 28 -
 Tabla 6: Cálculo de las infiltraciones por precipitaciones. - 30 -

Anexos

Anexo 1. Vías de acceso. Parque Industrial Curtidor.
 Anexo 2. Croquis del Parque Industrial Curtidor y ubicaciones proyectadas de los pozos.
 Anexo 3. Plano b3.1. Diagrama de entubamiento proyectados en el Acuífero Puelche.....
 Anexo 4. Plano b3.2. Diagrama de entubamiento proyectados en el Acuífero Paraná.

1 INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS

El presente informe se elabora con el objeto de realizar una descripción del proyecto para la captación y provisión de agua subterránea para el desarrollo del Parque Industrial Curtidor (PIC)/Acuba, localizado en el partido de Lanús.

Dicho informe reúne la documentación técnica requerida por la Autoridad del Agua de la Provincia de Buenos Aires para su análisis en el marco de las gestiones del permiso de explotación del recurso hídrico subterráneo en el PIC, de acuerdo a lo establecido en la Resolución 289/08.

Dicho permiso se solicita para la instalación y operación de un sistema de bombeo de agua subterránea mediante cinco (5) pozos de explotación que se ubicarán en el predio del PIC. El sistema será contempla la perforación de 3 (tres) pozos para captación en el Acuífero Paraná y 2 (dos) en el Acuífero Puelche.

2 DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

El desarrollo del PIC surge con el fin de dar cumplimiento respecto del control de la "Contaminación de Origen Industrial", dentro de la cuenca Matanza-Riachuelo.

Ubicado en el partido de Lanús, el PIC, involucra la instalación de un área industrial exclusivamente destinada a curtiembres y afines, en el predio conocido como ACUBA (Asociación de Curtidores de la Provincia de Buenos Aires). Dicho predio, originalmente cedido por la provincia de Buenos Aires mediante decreto provincial a la ACUBA, se encuentra en la actualidad bajo control de ACUMAR (Decreto 1908/11 de la Prov. de Buenos Aires).

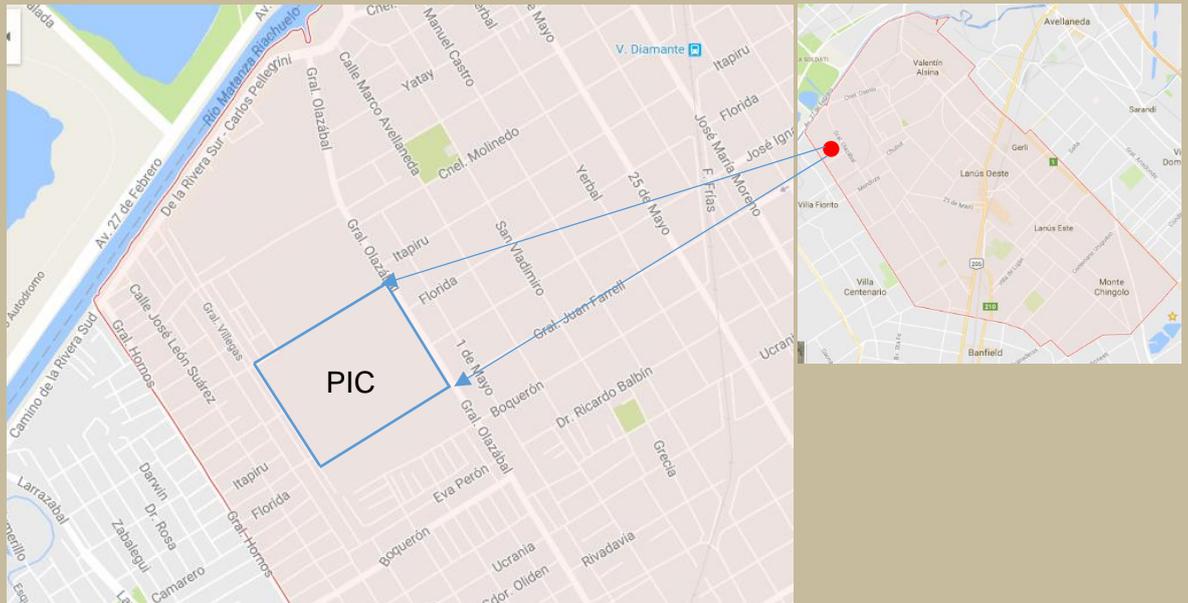
Dicho proyecto estará destinado a la radicación de pequeñas y medianas empresas que ejecutarán todas o partes de los diferentes procesos característicos del sector curtidor, en forma individual o asociados, más aportes externos de algún proceso particular que llegarán al predio en camiones. En su conjunto estos establecimientos podrían representar alrededor de un 20% de la producción anual de cueros del país, y emplearán aproximadamente 1500 personas. Asimismo el proyecto contempla la construcción de una planta de tratamiento de efluentes líquidos industriales (PTELI) que recibirá las aguas residuales generadas por los establecimientos localizados en el predio más aportes externos de otras tres empresas vecinas.

El parque estará rodeado en todo su perímetro por una cortina forestal de protección ambiental de 15 metros de ancho. La misma actuará como una barrera perimetral, protegiendo naturalmente los barrios periféricos y como área buffer, con la finalidad de disminuir los niveles de ruidos y olores.

3 UBICACION Y DATOS GENERALES

El proyecto del PIC se ubica en localidad de Villa Diamante, partido de Lanús, Provincia de Buenos Aires será desarrollado sobre una superficie de unas 29 has tal como se puede ver en la figura 1.

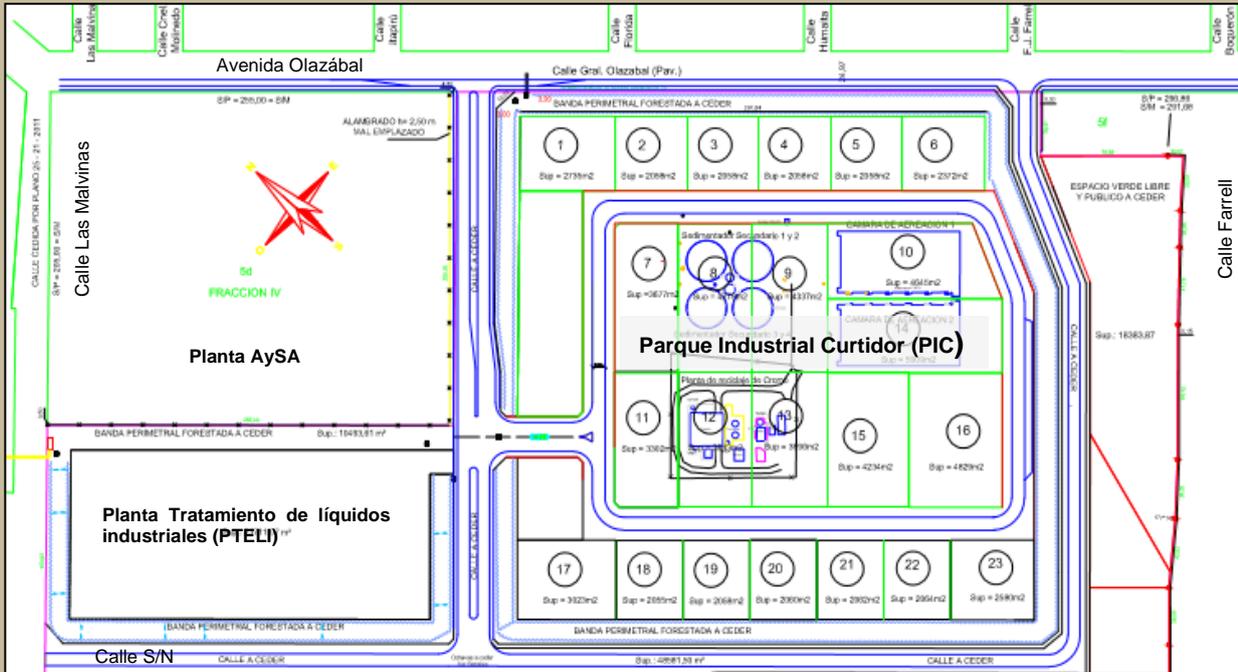
Figura 1. Ubicación del proyecto PIC en el partido de Lanús



Fuente: Imagen Google Maps 2016

El predio ocupado por el PIC, está delimitado en su frente Este por la Avenida Olazábal -desde donde se ingresa- al Sur por la calle Gral. J. Farrell, al norte por la calle Las Malvinas y al Oeste por la calle S/N (paralela a Gral. Villegas), tal como se puede ver en plano de la figura 2.

Figura 2. Plano del Proyecto Parque Industrial Curtidor (PIC).



Fuente: Proyecto Parque Curtidor (PIC) ACUMAR.

En la Figura 3 se presenta un fragmento de la Hoja 3557-13-1, Lanús, correspondiente a la Carta Topográfica de la República Argentina (I.G.M.), a escala 1:50.000, en la que se puede observar una superficie aproximada de 100 km², en torno al predio del parque curtidor.

Figura 3. Fragmento de la carta topográfica Lanús.



Fuente: Carta Topográfica de la Rep. Argentina Fragmento de Hoja 3557-13-1 Lanús levantada en los años 1907,1909 y 1910
Escala 1:50.000, equidistancia 1,25 metros

Las coordenadas centrales del predio, son: $x = 6161053.65$ y $y = 6368207.92$ y la cota se estima en 3,65 m.s.n.m (sin contemplar el relleno antrópico). En la Figura 4 se puede ver una vista general del predio y su entorno, además de un detalle del terreno donde se emplazará el PIC y la altura respecto del nivel del mar: Mientras que en el Anexo 2 se presenta un croquis con la ubicación de las futuras instalaciones, las existentes en la actualidad y la superficie total del PIC.

Figura 4. Imagen del PIC y cotas



Fuente: Elaboración propia a partir del plano de la planta, imagen digital Google Earth y cotas IGM

Referencias: Límites del predio - 3,75= Cota IGM del terreno en msnm

4 CARACTERIZACIÓN GEOMORFOLOGICA E HIDROGEOLOGICA REGIONAL

3.2 Geomorfología

El área en la cual se desarrollará el proyecto del PIC y que interesa al presente estudio -área de estudio (AE)- se encuentra inserta en la cuenca Matanza-Riachuelo (CMR) dentro de la denominada Región Pampeana, en el límite de las subregiones Pampa Ondulada-Pampa Deprimida.

El paisaje de esta subregión presenta los atributos de un área de llanura donde el labrado de los cursos de agua ha determinado un paisaje de carácter suavemente irregular. Los ríos y arroyos que componen la cuenca fluyen sobre cauces bien definidos y las redes de drenaje, en general, se presentan bien desarrolladas. Debido a esto el aspecto del paisaje regional de la CMR es ondulado oscilando las mayores alturas entre los 30 msnm, en la cuenca alta, a menos de 1 msnm en la planicie costera del Río de La Plata.

Se denomina Pampa Ondulada debido a la suave ondulación del relieve producto del labrado por erosión de los cursos de agua y una leve elevación del basamento cristalino. Dentro de este paisaje se pueden distinguir formas tales como barrancas, terrazas fluviales y zonas bajas o deprimidas.

Los cursos de agua (arroyos) que desembocan en el Río Matanza-Riachuelo o en el Río de la Plata, presentan un escaso recorrido, descendiendo de alturas que van de los 25 msnm hasta menos de 1 msnm en la planicie costera.

Freguelli (1950), reconoce:

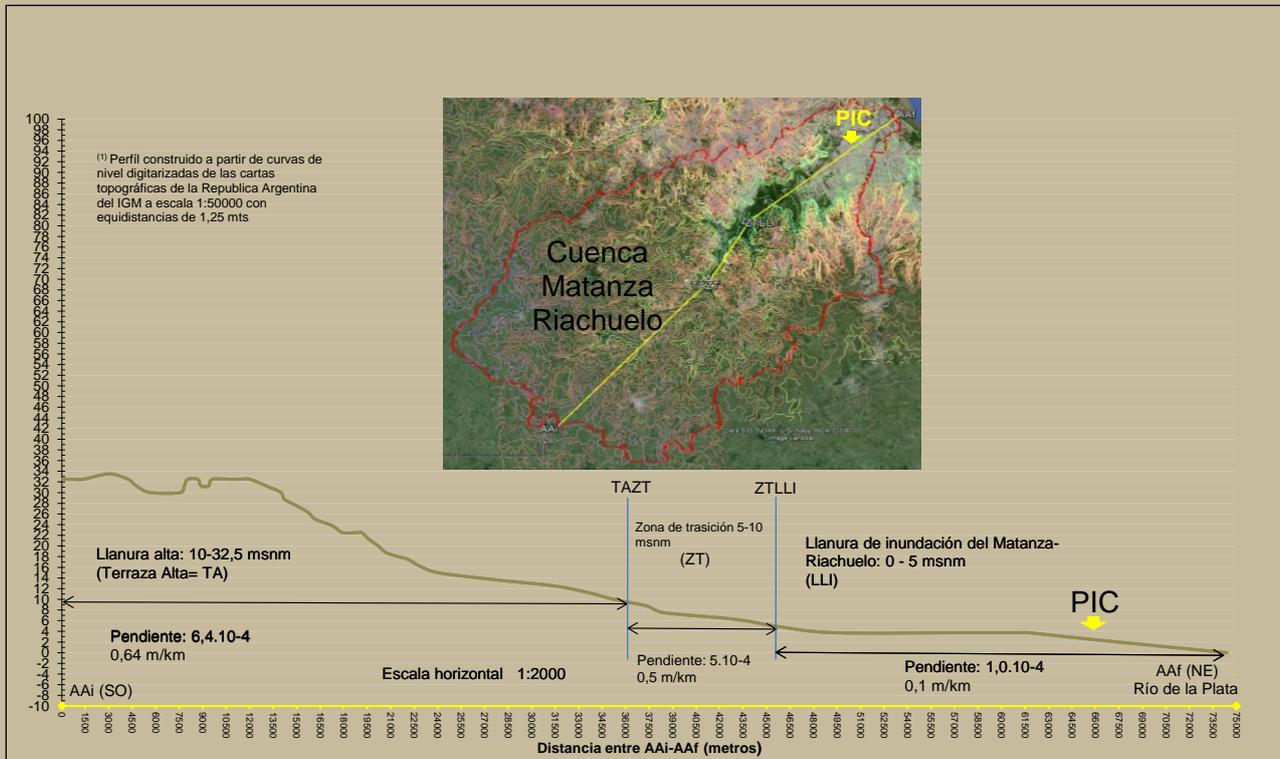
- Terraza alta o área de lomadas.
- Terraza baja o llanura de inundación
- Escalón o zona de transición

Mientras que Sala *et al* (1972) distingue:

- Llanura alta,
- Llanura intermedia,
- Llanura Baja,

En la Figura 5, se pueden ver las distintas formas a lo largo del curso principal del Matanza-Riachuelo y la ubicación del proyecto PIC.

Figura 5. Perfil a lo largo del curso principal del Río Matanza-Riachuelo y ubicación del PIC



Fuente: Elaboración propia a partir de imagen Google y curvas de nivel del IGM a escala 1:25.000 con equidistancia de 1,25 m.

De acuerdo a la construcción de la Figura 4 se pueden distinguir las siguientes formas:

- llanura alta se desarrolla entre las cotas de 32,5 y 10 msnm. Estas áreas corresponden a zonas de interfluvios con pendientes regionales del orden de los 1.10^{-3} (1,0 m/km) y $6,4. 10^{-4}$ (0,64 m/km).
- La llanura baja, se desarrolla en las zonas ribereñas, en depresiones ocupadas por cuerpos lacustres o en las vecindades de los cursos fluviales, estas áreas se encuentran ubicadas a cotas inferiores a 5 msnm, presentan pendientes muy bajas, del orden de 1.10^{-4} (0,1 m/km) y drenaje dificultoso.
- Vinculando a la llanura alta con la baja se encuentra la llanura intermedia o zona de transición, que posee escaso ancho y se desarrolla entre cotas de 5 y 10 msnm, las pendientes medias rondan en 5.10^{-4} (0,5 m/km).

La región pampeana o Llanura Pampeana, constituye desde el punto de vista geológico una extensa y profunda cuenca sedimentaria en la cual las rocas duras del basamento cristalino se encuentran a gran profundidad, cubierta por una sucesión de sedimentos de distintas edades y diversos orígenes. Las principales unidades estratigráficas que componen esta sucesión sedimentaria, han sido reconocidas por perforaciones y sondeos.

Las profundidades y litologías del Basamento Cristalino y la Formación Olivos han sido extraídas de la bibliografía existente producto de los distintos estudios realizados entre los que se pueden citar "Hidrogeología de la Ciudad de Buenos Aires" (Auge, 2004) y "Actualización del conocimiento del Acuífero semiconfinado Puelche en la provincia de Buenos Aires", (Auge, Hernández M. y Hernández L., 2002). Mientras que las características de las unidades más modernas (Formación Paraná, Formación Puelches, Pampeano y Pospampeano) han sido extraídas de registros de las perforaciones ejecutadas por ACUMAR, entre los años 2007 y 2015, para la instalación de los pozos que conforman la red de monitoreo y otros estudios específicos.

- Basamento Cristalino o Formación Martín García: Es lo que se conoce como Basamento Cristalino, compuesto por rocas precámbricas de unos 2.100 millones de años (Dalla Salda, 1981), que son las mas antiguas reconocidas hasta el momento en el país. La Fm. Martín García esta compuesta por metamorfitas tipo gneiss, gneiss graníticos y rocas ígneas mayoritariamente de composición granítica. La profundidad de esta formación fue detectada por la Perforación Riachuelo N°3 (Puente La Noria) a partir de los 404 m., en la Iglesia de la Piedad a 486 m., a 291 m. en el Jardín Zoológico y a 486 m. de profundidad en la ciudad de La Plata. Este basamento se encuentra aflorando en las Sierras de Tandil, y se profundiza hacia la cuenca del Salado, en donde se lo estima a 6500 m. de profundidad en la Bahía de Samborombón (Auge, Hernández M y Hernández L, 2002)
- Formación Olivos o Mioceno Rojo o "El Rojo": de acuerdo a la información bibliográfica obtenida (Auge, 2004 y Auge, Hernández M y Hernández L, 2002), a esta formación la componen sedimentitas de ambiente continental, preferentemente eólico y/o lagunar, aunque la presencia de arenas de granulometrías medianas a gruesas, indican una participación fluvial. La existencia de abundante yeso distribuido en todo el perfil, permite interpretar una condición de marcada aridez durante su sedimentación. Los datos obtenidos del perfil de la Perforación Riachuelo N°3, indican que la formación Olivos se extiende entre 115 y 404 m. de profundidad. La sección superior (de 115 a 229 m) está integrada por arcillas pardo rojizas, compactas, calcáreas y yesíferas, por lo que este paquete se lo denomina "El Rojo" (Groeber, 1945). La sección inferior (de 229 a 404 m.) predomina la fracción arena, con areniscas y areniscas arcillosas, rojizas y amarillentas, yesíferas y calcáreas, mientras que en los últimos 6 m (398 a 404), se presenta un conglomerado basal, rojizo, con matriz areno-arcillosa y abundante yeso.

- Formación Paraná o "El Verde": compuesta principalmente por arcillas, arenas arcillosas de color verde, verde azulado y arenas con intercalaciones calcáreas y presencia de abundantes fósiles marinos, de edad mioceno medio a superior acumuladas durante la ingesión del "Mar Paraniaco" (Frenguelli, 1950). Esta formación se dispone por debajo de las Arenas Puelches, mediando entre ambas formaciones una discordancia erosiva, en su sección superior predominan las arcillas plásticas, verde-azuladas y en la inferior arenas medianas, blanquecinas, con fósiles marinos. Los espesores aumentan hacia la cuenca del Salado y Bahía de San Borombombón registrando 234 m. en La Plata, 500 m. en Gral Belgrano y 900 m. en Mar de Ajó. En la CMR los registros de las perforaciones la detectan a 43 m. en Dock Sud y 84 m. en las cercanías de la ciudad de Cañuelas. La sección inferior suele tener un comportamiento acuicludo y la sección inferior acuífera, debido a que predominan las arenas (Auge et al, 1975, Auge y Hernández 1984, Auge, Hernández M. y Hernández L., 2002)
- Formación Puelches: constituida por arenas finas a medianas, amarillentas a blanquecinas, cuarzosas, algo micáceas, de origen fluvial y edad pliocena a pleistocena inferior. En general el tamaño de grano de las arena aumenta con la profundidad, en algunos casos se han detectado granulometrías de tipo sabulíticas. En la CMR la profundidad del techo oscila entre 24 m. (cuenca baja) y los 70 m. (cuenca alta), indicando una marcada profundización hacia la cuenca del Salado. Las características de estas arenas lo transforman al acuífero asociado (Puelche) en el más importante y más explotado de la zona y del país, pues de él se abastece el conurbano de Buenos Aires, que incluye buena parte de la población de la CMR.
- Sedimentos Pampeanos: de edad cuaternaria, (Pleistoceno Medio – Superior) está compuesto principalmente por limos arenosos de origen eólico ("loess pampeano") con abundante vidrio volcánico y carbonato de calcio distribuido homogéneamente o en forma granular, concrecional o laminar (venillas y mantos de tosca), y minoritariamente por sedimentos finos de origen fluvial. En extensión es continuo, sus mayores espesores se dan en la cuenca alta con mas de 70, en la cuenca media presenta entre 30 y 40 m., mientras que en sectores de la cuenca baja o desaparece por erosión o se manifiesta en un reducido espesor por debajo de los Sedimentos Pospampeano.
- Sedimentos Pospampeanos, de edad Pleistoceno superior a holoceno, formado por limos arcillosos y arenosos de tonalidades verde grisácea, oscura, azulada, con presencia de conchillas. Estos sedimentos son de variados orígenes, fluvial, lacustre y marino y se desarrollan en los valles fluviales y en la planicie costera del Río de la Plata.

3.3 Hidrogeología

Cabe aclarar, que las unidades de interés hidrogeológico utilizadas para el presente estudio serán las comprendidas entre la superficie y la Formación Paraná. Adquiriendo relevante importancia las unidades acuíferas superiores compuestas por las Arenas Puelches, Sedimentos Pampeanos y Sedimentos Pospampeanos ya que constituyen un sistema hídrico caracterizado por presentar continuidad hidráulica e interactúa con el sistema superficial del ciclo hidrológico. El acuífero freático, en la cuenca baja está contenido en los Sedimentos Pospampeanos mientras que en gran parte de la cuenca media y en la totalidad de la cuenca alta se aloja en los Sedimentos Pampeanos. El acuífero freático reviste fundamental importancia en el sistema hidrogeológico ya que interactúa con los cuerpos de agua superficiales, las profundidades del agua del freático guardan relación directa con las precipitaciones y es el sistema activo de transferencia de agua con el Acuífero Puelche subyacente.

El Puelche se comporta como un acuífero semiconfinado y el Pampeano como acuífero libre en los primeros 15/20 metros y partir los 20 m presenta distintos grados de semiconfinamiento. El acuífero Puelche se recarga en forma autóctona indirecta, en los interfluvios, por filtración vertical a través del acuitardo que lo separa del Pampeano. La descarga hacia el acuífero Pampeano/Freático ocurre en función de una mayor carga hidráulica del Puelche en las zonas deprimidas del terreno y/o en las proximidades de los cursos de agua principales.

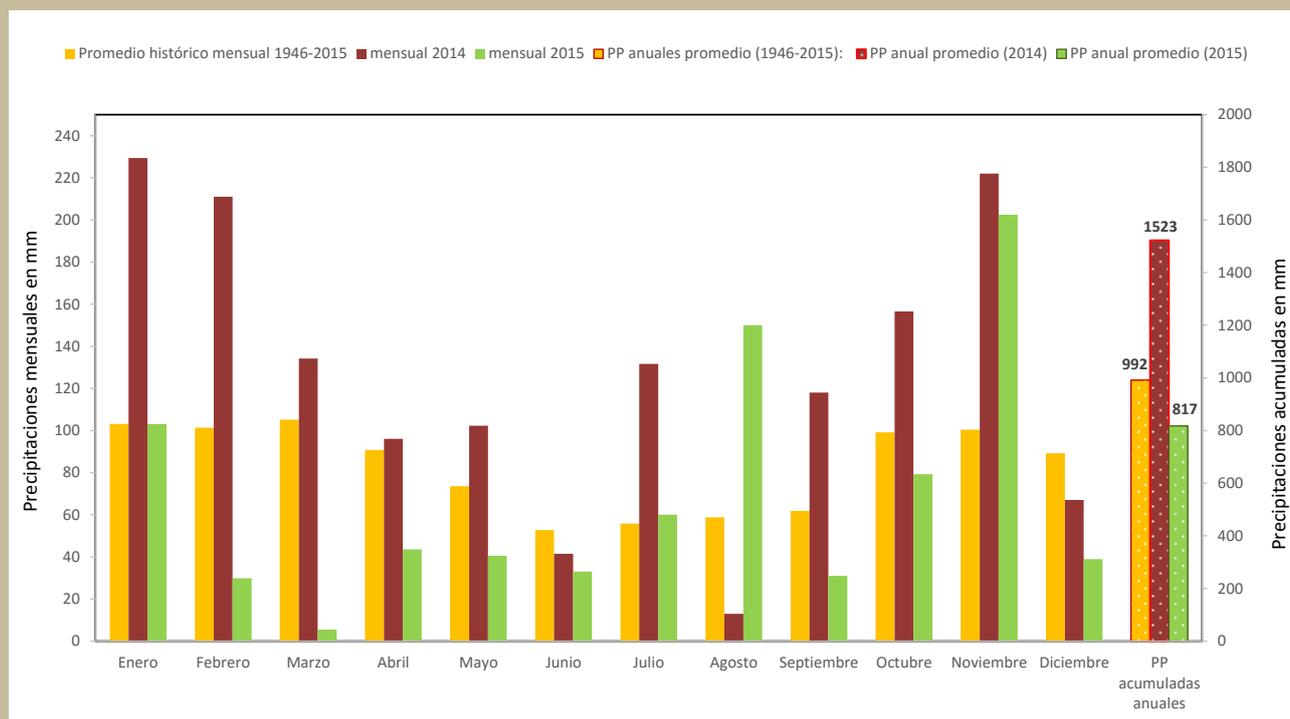
3.4 Clasificación climática y balance hidrológico

La elaboración de la presente caracterización climática se basa en los registros de la estación Meteorológica Ezeiza ubicada en el centro de la CMR.

3.4 Precipitaciones

Los reportes de precipitaciones de la Estación Meteorológica de Ezeiza para el período 1946 a 2015 arrojan promedios de precipitaciones de 992 mm al año. El mes con mayores precipitaciones es febrero que ronda los 150 mm, le siguen octubre y noviembre con registros del orden de los 100 mm. Las mayores precipitaciones tienen su ocurrencia de octubre a marzo en donde se acumula el 63% de la lluvia anual. En la Figura 6 se presentan las comparaciones entre las precipitaciones promedios históricos y las totales acumuladas para el período 1946-2015, además de las precipitaciones mensuales y acumuladas anuales para los años 2014 y 2015.

Figura 6. Precipitaciones mensuales y acumuladas anuales para los años 1946-2015, 2014 y 2015.



Fuente: Elaboración propia en base a información del Servicio Meteorológico Nacional.

Al considerar la distribución estacional de las lluvias se observa que las mismas son regulares a lo largo del año. La estación más lluviosa es el verano, en la que precipita el 31,3%, primavera y otoño tienen valores similares oscilando entre 26,5 y 24,9% y la estación de menor aporte pluvial es el invierno con 17,3%, tal como se presenta en la Tabla 1.

Tabla 1: Distribución estacional de las lluvias

Estación/Meses	Lluvia caída (mm)	Porcentaje (%)
Primavera (septiembre, octubre, noviembre)	287,5	26,54
Verano (diciembre, enero, febrero)	338,7	31,27
Otoño (marzo, abril, mayo)	269,6	24,89
Invierno (junio, julio, agosto)	187,3	17,29

Fuente: elaboración propia a partir de datos del servicio meteorológico.

En cuanto al tipo de lluvias, durante el verano y el otoño, ocurren tormentas del tipo temporal tropical en la que ocurren aguaceros intensos.

3.5 Temperatura

La temperatura media anual, según los datos relevados en la estación meteorológica Ezeiza, correspondiente al período 2008-2016, es de 17,7 °C, mientras que en promedio las máximas y mínimas rondan los 23,7°C y 12,1°C, respectivamente. De acuerdo a la clasificación climática de (Köppen, 1900, 1916 y 1918), el clima de la región se incluye dentro del tipo "templado húmedo".

Las mayores temperaturas ocurren durante los meses de diciembre, enero y febrero, mientras que los menores registros ocurren en junio y julio.

En cuanto a los vientos de superficie los mismos se registran en todas las direcciones y en todas las épocas del año, siendo dominantes los del sector Norte y Este, menos frecuentes los del cuadrante Oeste. Los días de calma son aproximadamente 60 por año. Los vientos que tienen mayor incidencia son los del sudeste que impactan en la elevación del nivel de las aguas al frenar el escurrimiento de las aguas del Río de la plata (sudestada).

El balance hídrico, se estimó sobre la base del método Thornthwaite, utilizando una reserva de agua útil en el suelo de 90 mm, de acuerdo con las características edáficas dominantes en esta zona de la planicie costera. El valor anual de las precipitación supera a la evapotranspiración real, la cual es similar en magnitud a la potencial, dado que no hay déficit agrícola en ningún mes del año, siendo el exceso anual del agua en el perfil de 209 mm, que se produce en los meses de mayo a noviembre, con un valor máximo de 39 mm en agosto.

3.7 Balance Hídrico

Como ya se apuntara, el acuífero freático reviste fundamental importancia en el sistema hidrogeológico ya que es el elemento activo en la transferencia de agua hacia el Acuífero Puelche infrayacente. Una parte de la lluvia que no regresa a la atmósfera por evapotranspiración, escurre superficialmente y otra parte se infiltra atravesando la zona no saturada hasta llegar al acuífero freático. Este aporte genera una sobrecarga hidráulica que induce el pasaje a través del acuitardo, produciéndose la recarga del Puelche.

De acuerdo a lo antes expuesto es fundamental calcular la recarga natural por infiltración al sistema de aguas subterráneas (acuíferos freático y Puelche). Para ello se debe contar con los registros de precipitaciones y estimar el área de la cuenca en la cual se produce la recarga del sistema.

Para el cálculo de la infiltración (I) se utilizan los datos de precipitaciones provenientes de la estación meteorológica Ezeiza para el período 1946-2014.

Además se efectúa el balance hídrico general con el fin de conocer las magnitudes de las principales variables que componen el ciclo hidrológico, aplicando la siguiente fórmula:

$$I = P - EVTr - Ef \quad (1)$$

Los términos de la ecuación ⁽¹⁾ son los siguientes: I; Infiltración, P; Precipitaciones, EVTr; Evapotranspiración Real y Ef; Escurrimiento fluvial.

Los valores de EVTr para la región y la CMR según registros de distintos autores arrojan los siguientes porcentajes; 81% para Marcos Paz (CFI, 2011), 80%, Cuenca Matanza-Riachuelo (Malpartida, 2009), 77% para La Plata (González, N y Hernández M, Trovatto M, 2011), 73% en Ciudad Autónoma de Buenos Aires (Auge, 2004). En base las estimaciones antes mencionadas y a los efectos de efectuar los cálculos del balance se adopta el 78% como valor promedio de EVTr para la CMR. Para el término Ef de la fórmula del balance, se adopta el coeficiente de escurrimiento fluvial para la CMR de 0,12 (SALA, EASNE-CFI, 1973).

De esta manera para los términos de la ecuación ⁽¹⁾ se adoptan los siguientes valores:

$$P = 992 \text{ mm/a}$$

$$EVTr = 774 \text{ mm/a (el 78\% de P)}$$

$$Ef = 119 \text{ mm/a (el 12\% de P)}$$

$$I = 992 - 774 - 119 = 99 \text{ mm/a}$$

De acuerdo a lo calculado por el balance la suma de la infiltración (I) y el escurrimiento fluvial (Ef) determinan excesos hídricos de 218 mm/a, los cuales están dentro de los valores ponderados de 200 mm/a (Santa Cruz, 1995) para las cuencas que desembocan en el curso inferior del río Paraná y estuario del Río de la plata.

En cuanto a la I, que se traduce en recarga del acuífero, las estimaciones realizadas determinan 99 mm/año = 0,099 m/a para el acuífero freático.

5 CARACTERIZACIÓN HIDROGEOLÓGICA DEL ÀREA DE ESTUDIO

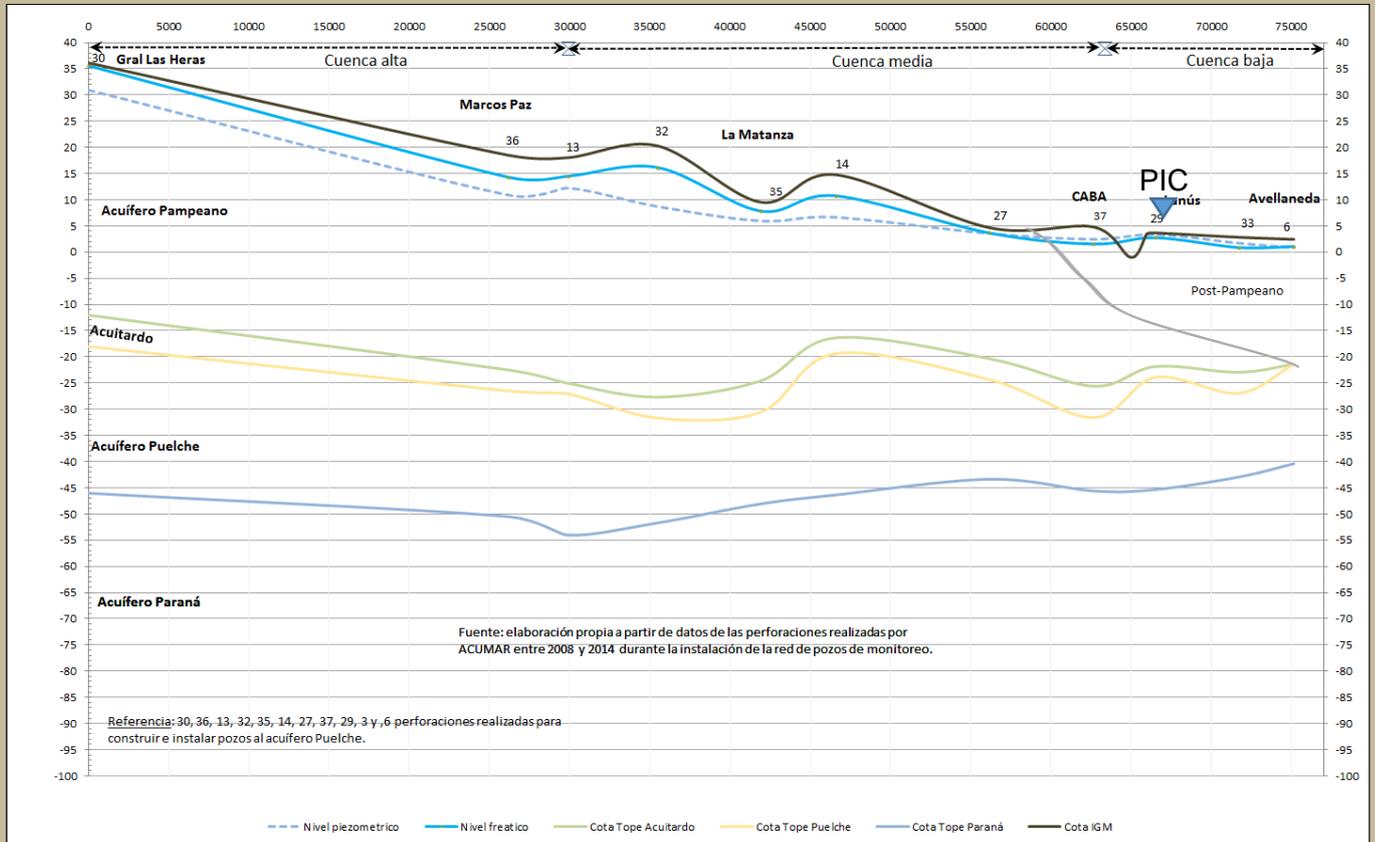
En el área de estudio (AE), la unidad hidrogeológica superior se encuentra asociada a los Sedimentos Pampeanos los cuales contienen al acuífero libre o freático, presenta un espesor máximo de 25 m y alojan, en su sección superior, al freático y al Acuífero Pampeano, presenta niveles de distinta granulometría y dureza los que constituyen una sección hidroestratigráfica con intercalaciones acuíferas y acuitardas. La existencia de estas intercalaciones determina niveles libres (en la parte superior o freática), y niveles inferiores que se comportan como semilibres ubicados a profundidades mayores de 30 m. La permeabilidad para el Pampeano varía entre 1 y 5 m/d y una productividad que puede alcanzar a 30 m³/h por pozo (Auge, 1990) mientras que la T ronda los 150-200 m²/día (Santa Cruz, Silva Busso, 2005. Hacia la base del acuífero Pampeano, es frecuente la presencia de un estrato limo-arcilloso o acuitardo de unos 5-6 m. de espesor que actúa como capa semiconfinante del Acuífero Puelche. (Auge, 1986).

En los valles fluviales de los cursos de agua -en este caso en las zonas próximo al curso del Río Matanza- la sección superior la constituyen los Sedimentos Pospampeano los cuales contienen al acuífero libre o freático, presentado granulometrías finas (limo- arcilla) con intercalaciones de arenas muy finas a limosas y en determinadas áreas suelen asociarse a agua de elevada salinidad comportándose como un acuífero de muy baja producción y calidad.

El Acuífero Puelche, está integrado por arenas muy finas, finas a medianas, maduras, se presentan sueltas, bien seleccionadas y de composición cuarzosa. En general se observan coloraciones pardo, pardo- amarillentas a blanquecinas con intercalaciones arcillosas y limoarcillosas en el techo. Esta unidad presenta una secuencia grano-decreciente, es decir que desde la base hacia el techo disminuye el tamaño de grano, con un espesor que, oscila entre 15 y 17 metros. Posee además una porosidad efectiva que llega a un 20%, la transmisividad -en la zona de estudio- ronda los 300-500 m²/día, permeabilidad o conductividad hidráulica (K) de 15 a 25 m/d y gradiente hidráulico (i) del orden de $1 \times 10^{-3} = 0,001$ y los caudales específicos (Qe) más comunes están entre los 3 y 11 m³/h/m. En el AE, por debajo del acuífero Puelche, a unos 50 metros, se desarrolla la Formación Paraná. Dicha formación está integrada por un potente estrato de arcillas, plásticas, de color verde-azulado, de comportamiento hidráulico acuícludo, y es comúnmente denominado "Arcilla Azul" o también "Arcillas Verdes". Si bien dicha de formación se tiene escasas descripciones debido a las pocas perforaciones que la alcanzas y atraviesan en su totalidad, la misma es portadora de al menos 3 capas acuíferas confinadas sometidas a fuerte presión artesiana. La capa superior de esta sección, proporciona caudales que oscilan entre 30 y 150 m³ /h con salinidades de más de 3 g/l.

En la Figura 7 se presenta un esquema de los principales acuíferos en el AE y en la zona de influencia del PIC.

Figura 7. Esquema de los principales acuíferos en el área de la CMR y en la zona del PIC.



Fuente: Acumar Base de Datos Hidrológica registros de pozos de monitoreo de los años 2008 a 2015

En el perfil de la figura 7 se presentan profundidades y espesores de las unidades que componen el sistema hidrogeológico analizado. Su análisis permite observar una disminución de espesores del Acuífero Pampeano hacia la cuenca baja y la presencia del Acuífero Pospampeano hacia ese sector. El acuitardo presenta un comportamiento uniforme, detectándose a profundidades variables a lo largo de la transecta, tal como se puede ver en la figura 7. Se observa, hacia la cuenca alta, una mayor profundidad del techo de la Fm. Paraná por aumento de los espesores del Pampeano y el Puelche.

Los niveles freáticos y piezométricos, presentan un comportamiento distintivo en cada sector de la cuenca. En la cuenca alta, el nivel freático se encuentra por encima del nivel del piezométrico, manteniendo este último un nivel relativamente uniforme a lo largo de la transecta. En gran parte de la cuenca media, el nivel piezométrico presenta un comportamiento irregular, registrándose en algunos sectores una profundización del mismo producto de las extracciones para abastecimiento.

En determinados sectores de la cuenca media y en la cuenca baja los niveles presentan similares profundidades y en las zonas próximas a los cursos de agua el nivel piezométrico se ubica por encima del nivel freático.

En el área de estudio (AE) la profundidad del freático oscila entre 1 y 1,5 metro por debajo del nivel del terreno y el nivel estático del pozo al acuífero Puelche se sitúa a menos de 1 metro sobre el nivel del terreno, lo que impulsa el proceso de filtración vertical ascendente a través del acuitardo que separa el Pampeano del Puelche. Esta diferencia de potenciales, a favor del Puelche ocurre dado que el AE constituye una zona de descarga de las aguas subterráneas, por su proximidad al curso del Riachuelo.

En cuanto al sentido del flujo del agua subterránea, se cuenta con datos de mapas equipotenciales regionales, en los que se interpreta que en el área del predio y su entorno, el flujo freático se desarrollaba hacia el Norte (Acumar, 2008-2014).

De acuerdo a la superficie topográfica y datos de freaticimetría de otros estudios, el flujo freático tendría una componente también hacia el Norte. Por su parte el flujo del acuífero Puelche, (Acumar, 2008-2014) según los datos de piezometría disponibles indican un flujo hacia el Nor-noreste.

6 CARACTERIZACIÓN HIDROQUÍMICA

En este punto, de acuerdo a la bibliografía consultada y a los datos de los monitoreos de agua subterránea de ACUMAR, se describe la calidad del agua de los acuíferos Pampeano, Puelche y Paraná.

Al igual que en el reconocimiento hidrodinámico, la caracterización hidroquímica de los acuíferos Freático y Puelche debe contemplar las tres secciones de la cuenca (alta, media y baja) dado que cada una de ellas presenta características distintivas que inciden tanto en la dinámica como en la composición química del agua subterránea.

En este caso particular, el AE, se encuentra en la cuenca baja del sistema Matanza-Riachuelo, caracterizándose por ser una zona urbana/periurbana en vías de desarrollo en la cual se producen importantes modificaciones en la dinámica de los acuíferos que se traducen en alteraciones en la composición química y evolución natural del agua subterránea, producto de las actividades antrópicas.

5.1 Hidroquímica del Acuífero Freático/Pospampeano

En el área de estudio, el Acuífero freático (AF) se encuentra asociado a sedimentos Pospampeanos de origen marino. Estos sedimentos están presentes en las zonas con relieve plano o áreas deprimidas de la cuenca en general próximas a los cursos en cotas inferiores a los 10 msnm. En estos sectores particulares de la cuenca tiene lugar la descarga del AF dando como resultado aguas con elevadas salinidades en las que predominan los iones cloruros, sulfatos, magnesio y sodio.

La evolución en la carga iónica responde a la velocidad del agua subterránea en los poros y la composición química de los sedimentos Pospampeanos en los que encuentra alojado el AF. La escasa pendiente del terreno y la baja porosidad de los sedimentos determinan una velocidad extremadamente lenta del flujo freático aumentando el tiempo de contacto del agua con los materiales de origen marino arrojando como resultado una elevada salinidad del AF.

Dada en general la multiplicidad de usos del suelo en la CMR, se incorporan al agua subterránea especies químicas, por la acción antrópica, que empobrecen la calidad química natural de los acuíferos.

En particular, el AE, se caracteriza como una zona de la cuenca en la cual el uso del suelo es urbano-industrial. La carencia de servicios de saneamiento determina que los efluentes domiciliarios se dispongan en pozos absorbentes (tratamiento in situ) que sumados con la actividad industrial, incorporan contaminantes al agua subterránea, entre los que se pueden citar metales tales como cobre, cinc, cromo, compuestos y aniones tales como: amonio, nitratos/nitritos y sulfatos.

También es común la presencia de Arsénico (As) cuyo origen en las aguas subterráneas se debe principalmente a la composición de los sedimentos que contienen minerales de origen volcánico.

5.2 Hidroquímica del Acuífero Puelche

Al igual que en el acuífero Freático, la composición físico-química del Acuífero Puelche (APu) varía sustancialmente si se comparan los resultados obtenidos en distintos sectores de la cuenca.

En el caso del AE, considerando su ubicación -cuenca baja, próxima al curso del Riachuelo- la misma representa la zona de descarga del Puelche, lo cual determina que el agua alojada en este acuífero presente una elevada salinidad.

De acuerdo a lo expuesto es de fundamental importancia evaluar el grado de salinidad del acuífero, el cual se mide a través de la Salinidad Total (ST) o Sólidos Disueltos Totales (SDT). La ST está en relación directa a los contenidos de los iones calcio, magnesio, potasio, sodio, bicarbonatos, cloruros, sulfatos y a pequeñas cantidades de materia orgánica disuelta en el agua. La importancia en la determinación de este parámetro radica que el grado de salinidad es una de las principales limitantes para los usos del agua.

El origen de la salinidad del Puelche en la cuenca baja -principalmente en los sectores deprimidos- ocurre dado que las arenas de este acuífero se encuentran subyacentes a los Sedimentos Pospampeanos de origen marino, los cuales le transfieren su salinidad, sumado a que el AE se sitúa en la zona de descarga del Puelche lo cual también incrementa la salinidad del mismo. Debido a esto, en la zona del PIC, el Puelche presenta limitaciones en cuanto a sus usos dados por la elevada salinidad natural y al contenido de contaminantes aportados por las actividades antrópicas.

La hidroquímica del Puelche, según datos de los monitoreos periódicos que realiza ACUMAR, arrojan en general, los siguientes valores promedios; pH 7 upH, conductividad eléctrica de 27.000-30.000 $\mu\text{S}/\text{cm}$, dureza total (en CaCO_3) de 4228 mg/l, alcalinidad (en CaCO_3) de 500 mg/l, entre los aniones predominan los cloruros con 10370 mg/l, le siguen los sulfatos de 2740 mg/l, entre los cationes las mayores concentraciones halladas son las sodio con 6870 mg/l, le siguen el magnesio con 650 mg/l y en menor media el potasio con 148 mg/l. Otros parámetros tales como el amonio sus concentraciones rondan los 0,6 mg/l y los fosfatos con 0,12 mg/l. Estos análisis determinan, que el agua contenida en el Puelche es del tipo Clorurada Sódica.

5.3 Hidroquímica del Acuífero Paraná

La información de la calidad del agua relacionada a la Formación Paraná para la zona de estudio es si bien es escasa, la misma proviene del monitoreo de la red de ACUMAR, específicamente de un pozo instalado en el techo del acuífero Paraná a 1,5 km la zona del parque curtidor.

Los análisis químicos arrojan valores de pH de 7 upH, conductividades eléctricas superiores a 25.000 $\mu\text{S}/\text{cm}$, dureza total (en CaCO_3) de 5330 mg/l y alcalinidad (en CaCO_3) de 522 mg/l, entre los aniones predominan los cloruros con 8740 mg/l, le siguen los sulfatos de 1630 mg/l y por último los

bicarbonatos con 522 mg/l. Entre los cationes las mayores concentraciones halladas se encuentran las de sodio con 4658 mg/l, le siguen magnesio con 636 mg/l y en menor medida potasio con 79 mg/l. Otros parámetros como el amonio rondan en concentraciones de 1,1 mg/l y los nitratos con 2,21 mg/l. De acuerdo a estos resultados el acuífero Paraná contiene agua de tipo Cloruradas Sódicas por lo que su aptitud para los usos mas comunes (bebida, industria y riego) sería muy limitada.

7 CARACTERÍSTICAS DE LOS POZOS DE EXPLOTACIÓN A INSTALAR

En este punto se presentan las ubicaciones previstas/proyectadas para los pozos de explotación que se instalarán en el PIC. No obstante ello dichas ubicaciones pueden sufrir modificaciones por razones operativas u ocupaciones del espacio en el momento de la perforación de los pozos.

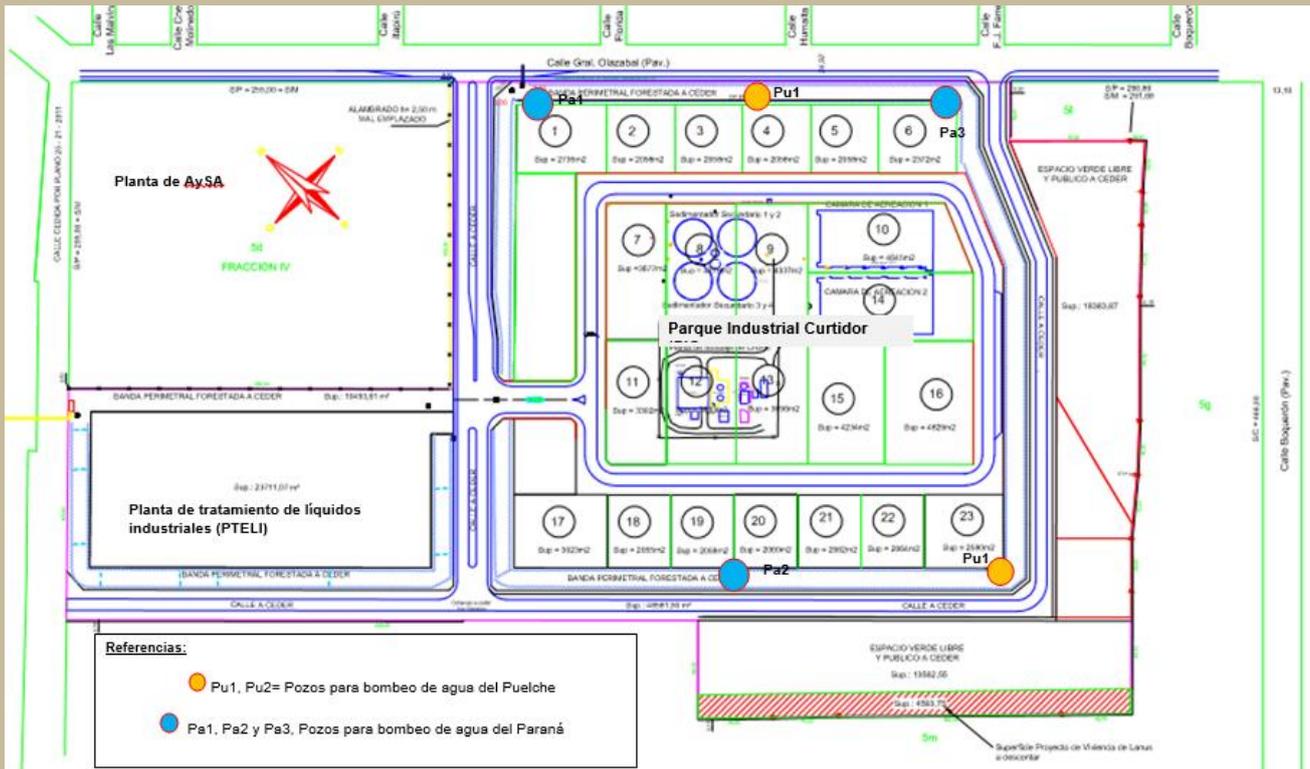
6.1 Ubicaciones de los pozos y características constructivas

Para satisfacer las demandas de agua del PIC, se tiene proyectado instalar cinco (5) pozos para captación de agua subterránea de acuerdo al siguiente esquema;

- tres pozos (3) al Acuífero Paraná
- y (2) pozos al Acuífero Puelche.

La ubicación proyectada de los mismos se puede ver en la Figura 8, mientras los diseños constructivos de los mismos se presentan en los Anexos 3 y 3a.

Figura 8. Ubicación proyectada de los pozos.



6.2 Perforación e instalación de los pozos

Acuífero Puelche: En los dos pozos a instalar en este acuífero, las perforaciones se llevarán a cabo mediante sistema rotativo convencional con trépano e inyección de agua sin aditivos. En una primera etapa se realizará un sondeo piloto de diámetro reducido para determinar las profundidades de los acuíferos, espesor del acuitardo y distintos niveles arenosos del Puelche, dicho sondeo ingresará 2-3 m en las arcillas del Paraná. Luego se realizarán carreras de perfilaje eléctrico que incluyan como mínimo las siguientes corridas; Rayos Gamma (GR), Resistividad (RS) y Potencial Espontáneo (SP). En esta etapa luego de evaluar los resultados de corridas de los perfiles se diseñará la terminación de los pozos (profundidad de la cañería de aislación y ubicación del tramo filtrante)

Seguidamente se ensanchará el pozo piloto a un diámetro final que permita instalar la cañería de aislación en las arcillas grises/gris castaño que conforman el acuitardo. Se colocará una cañería de aislación 12" de PVC reforzado (Clase 10), penetrando 2/3 dentro de las arcillas del acuitardo la que se cementará mediante utilización de cañería auxiliar de maniobra, bombeando cemento en forma ascendente. Una vez fraguado el cemento, por dentro de la cañería instalada, se perforará con trépano de diámetro adecuado, hasta la profundidad que resulte óptima para colocar tramo filtrante la cual resultará de conforme a las características físicas de las arenas y a la menor salinidad del agua.

Se colocará al menos 9 metros de cañería filtro de 6", de acero inoxidable con malla, en cuyo extremo inferior se colocará cañería ciega y tapón de fondo. Por encima del intervalo filtrante se ensamblará el portafiltro del mismo diámetro el cual penetrará dentro de la cañería de aislación, asegurando de esta manera un cruce de cañerías de 3-4 m. El espacio anular entre el extremo superior del portafiltro y el fondo del pozo se completará con grava seleccionada de tipo Paraná.

Finalizado el ensayo de bombeo y analizado los resultados obtenidos se instalará la electrobomba adecuada y la cañería de conducción de los pozos. Se prevé la instalación de una bomba electrosumergible de 6" de una potencia de 20 HP para asegurar una explotación de 50-60 m³/h por cada pozo.

Acuífero Paraná: en el caso de los tres pozos que se instalarán en este acuífero, se construirán con la misma metodología de perforación empleada para la ejecución de los pozos al Puelche. Los diseños constructivos, proyectados para los pozos al Paraná contemplan instalar una cañería de aislación de 16" con portafiltros de 8" y filtros de 6". Para asegurar una explotación de 100-120 m³/h se prevé la instalación de electrobombas sumergibles de 8" de una potencia de 40 HP.

6.3 Protección de la boca de los pozos, elementos de medición y muestreo

Cada una de las bocas de los pozos (BP) serán protegidas mediante la construcción de un piso de hormigón en torno a la cañería del pozo en cuyo extremo se colocará una placa de acero con orificio para medidas de niveles. Las BP se referirán al 0 IGM dejando una marca permanente en las cañerías para la lecturas de los registros de las profundidades del agua.

Asimismo se prevé la instalación de un elemento de medición (caudalímetro) que permita registrar caudales horarios/diarios y una canilla para la toma de las muestras de agua.

6.4 Ensayos de bombeo previstos

La terminación del pozo contemplará en primer lugar un bombeo de desarrollo/limpieza hasta lograr extraer agua libre de sólidos en suspensión.

En cada pozo se realizarán ensayos de bombeo (de 72 hs) con control de parámetros físico-químicos (pH, Temperatura y Conductividad Eléctrica) durante el tiempo que dure el ensayo. Con los resultados de los ensayos de bombeo se obtendrán los parámetros hidráulicos básicos; Caudal de bombeo (Q), Depresión (S) que permitirán evaluar el Caudal Específico (Q_e), Transmisividad (T) y Permeabilidad (K) de cada pozo.

8 CONSUMOS DE AGUA.

A continuación se describen las extracciones previstas, almacenamiento y reserva junto a los consumos de agua relacionadas a las actividades del PIC.

7.1 Explotación del recurso hídrico subterráneo

La explotación del recurso hídrico subterráneo se realizará mediante la operación de una red de tres pozos al Paraná y dos al Puelche los cuales funcionarán de manera alternada de manera tal de cubrir las demandas del PIC estimadas en 4500 m³/día.

En la Tabla 2 se indican las estimaciones horarias y diarias respecto de las extracciones de agua para satisfacer las demandas del PIC.

Tabla 2: Datos de extracción y consumo

Identificación del pozo	Acuífero a explotar	Rango a extraer (estimado por pozo) Q (m ³ /h)	Caudal previsto a extraer por día (estimado durante 10 horas de funcionamiento) Q (m ³ /día)
Pa1	Paraná	100-120	3500-3600
Pa2			
Pa3			
Pu1	Puelche	50-60	1000
Pu2			
Total estimado a explotar diario			4500-4600 m ³ /d

La operación de la red de pozos se realizará de manera controlada mediante un sistema de automatización que regulará el funcionamiento alternado con el fin de optimizar el sistema de bombeo.

7.2 Tanques para almacenamiento y reserva

El agua extraída de los pozos se dispondrá en tanques de reserva, distribuidos en distintos puntos del predio para cubrir las demandas de cada uno de los emprendimientos del PIC.

7.3 Usos del agua en el PIC

El agua que se bombeará desde los pozos será exclusivamente para uso industrial en el parque curtidor mientras que para uso sanitario y consumo de los operarios se solicitará la provisión de 400 m³/día a la empresa AySA.

En la Tabla 3 se presenta la producción del agua, su uso y disposición.

Tabla 3: Producción, consumo y disposición del agua extraída

PRODUCCIÓN/FUENTE	USO	Detalle del uso Gasto (estimados en m ³ /día)		Sistema de Tratamiento	Disposición final
Bombeo desde los Pozos de explotación Puelche= 50-60 m ³ /hora Paraná= 100-120 m ³ /hora	Industrial	Lavado de los cueros de las curtiembres	4500	Planta de tratamiento de efluentes líquidos industriales (PTELI)	A planta de AySA próxima al PIC y luego a conducto pluvial con destino final margen derecha del Riachuelo)
Abastecimiento de la red de AySA	Sanitario-Consumo	Llenado de sanitarios, lavatorios, ducha y consumo humano	400	Planta de tratamiento de AySA	Margen derecha del Riachuelo

7.4 Análisis de calidad del agua a extraer

Luego de la instalación de los pozos y finalizados los ensayos de bombeo, se procederá al muestreo de cada pozos de acuerdo a las normas y procedimientos establecidos para muestreos de agua subterránea. Dichos análisis contemplarán determinaciones de parámetros fisicoquímicos y microbiológicos.

En cuanto a el/los laboratorio/s interviniente/s en el muestreo, transporte y análisis de las muestras de agua, serán seleccionados aquellos que estén inscriptos en la OPDS, y en condiciones de emitir protocolos y cadenas de custodia oficiales.

7.4.1 Parámetros a analizar

En la Tabla 4, se presenta un listado con los parámetros físico-químicos y microbiológicos que se analizarán en cada una de las muestras líquidas que se obtendrán de cada uno de los pozos construidos para cubrir las demandas del PIC. A priori se contempla un monitoreo con una frecuencia semestral en el Acuífero Puelche y anual en los pozos al Acuífero Paraná.

Tabla 4: Listado de parámetros.

Parámetros Físico-químicos	Técnica analítica
Conductividad	SM 22 nd Ed Mét.: 2510 B
Color	SM 22 nd Ed Mét.: 2150 B
Sólidos disueltos Totales	SM 22 nd Ed Mét.: 2540 C
pH	SM 22 nd Ed Mét.:4500-H B
Dureza	SM 22 nd Ed Mét.:2340-B/C
Alcalinidad	SM 22 nd Ed Mét.: 2320 B
Cloruros	SM 22 nd Ed Mét.:4500-Cl-B
Sulfatos	SM 22 nd Ed Mét.:4500-SO ₄ ⁻ E
Sulfuros	SM 22 nd Ed Mét.: 5500-S2-B
Nitratos	SM 22 nd Ed Mét.:4500-NO ₃ ⁻ E
Nitritos	SM 22 nd Ed Mét.:4500-NO ₂ ⁻ B
Fluoruros	SM 22 nd Ed Mét.:4500-F D
Fosfatos	SM 22 nd Ed Mét.: 4500-P E
Arsénico	SM 22 nd Ed Mét.: 3113 B
Amoníaco	SM 22 nd Ed Mét.:4500-NH ₃ ⁻ C
Sílice	ICP-OES
Calcio	SM 22 nd Ed Mét.: 3500-Ca B
Magnesio	SM 22 nd Ed Mét.: 3500-Mg B
Sodio	SM 22 nd Ed Mét.: 3500-Na B
Manganeso	SM 22 nd Ed Mét.: 3111 B
Potasio	SM 22 nd Ed Mét.: 3500-K B
Hierro	SM 22 nd Ed Mét.: 3111 B
Plomo	SM 22 nd Ed Mét.: 3113 B
Cromo	SM 22 nd Ed Mét.: 3111 B
Mercurio	SM 22 nd Ed Mét.: 3112 B
Cinc	SM 22 nd Ed Mét.: 3111 B
Parámetros Microbiológicos	Técnica analítica
Bacterias Coliformes Fecales	SM 9221 B
Mesófilas totales	SM 9215 B
<i>Escherichia Coli</i>	SM 9221 C
<i>Pseudomona aeruginosa</i>	SM 9213 F

7.4.2 Determinación de la calidad del agua en los pozos

Los resultados obtenidos serán comparados con los niveles guías aplicables, según la normativa nacional vigente y con ello se determinará la calidad del agua para el uso previsto.

9 POTENCIALES FUENTES DE CONTAMINACIÓN Y VULNERABILIDAD.

En este punto en particular se describen las potenciales fuentes de contaminación relacionadas a las actividades que se desarrollan en el PIC y en su entorno.

9.2 Actividad del PIC/Planta de tratamiento de efluentes líquidos industriales (PTELI)

El proyecto del PIC, en su conjunto, contempla la construcción de una planta de tratamiento de efluentes líquidos industriales (PTELI) que recibirá los generados por los establecimientos localizados en el PIC y los de otras empresas vecinas. La PTELI tendrá la capacidad para colectar los efluentes líquidos de manera diferenciada según sus características. Cada corriente será dirigida a un tratamiento previo específico, y luego confluirán a un único sistema de tratamiento primario y luego biológico para reducir carga orgánica que representa uno de los principales problemas que presentan los efluentes generados por este tipo de industrias. El tratamiento incluye las siguientes corrientes de agua/efluentes:

- Efluentes con bajo contenido de cromo proveniente de los enjuagues,
- Efluentes de los procesos de semi-terminado y acabado,
- Aguas servidas generadas en el parque,
- Desagüe de aguas conteniendo sulfuros,
- Los efluentes provenientes de la operación de remojo, lavados previos y post pelambre y aguas finales con altos contenidos de sulfuros, antes de tomar contacto con otras corrientes ácidas será transformada en sulfatos, mediante oxidación catalítica.
- La red de desagüe proveniente de la operación de curtido (con altos contenidos de cromo) recibirá un tratamiento separativo del cromo trivalente para proceder a su recuperación y luego será separada de éste, llegando al compensador general.

De acuerdo a lo descripto la PTELI, constituye una potencial fuente de contaminación del suelo y las aguas subterráneas, por eventos de derrame o por rotura de las paredes de la planta de tratamiento.

9.3 Cuerpos de agua

El cuerpo de agua más cercano al área del PIC es el curso del Riachuelo, el cual se ubica a unos 600 metros al Norte, aguas abajo del PIC. Se estima que este curso de agua -en condiciones normales- presenta un comportamiento efluente respecto de las aguas subterráneas, es decir, recibe caudal de estas últimas. Esta situación se altera cuando el Riachuelo es afectado por las sudestadas, las cuales elevan la carga hidráulica del río generando interacciones y flujos desde el Riachuelo hacia el acuífero Freático. Dado el grado de afectación que registra este curso de agua se lo considera como una potencial fuente de contaminación de las aguas subterráneas de la zona.

9.4 Almacenamiento de Residuos

El manejo y almacenamiento de los residuos se realizará siguiendo las normas y procedimientos aplicando un adecuado plan de gestión de los residuos los cuales serán dispuestos en recipientes específicos para cada uno de ellos los cuales serán identificados y se asentarán sobre piso de hormigón de tal manera de no impactar al suelo ni a las aguas subterráneas.

9.5 Empresas y urbanizaciones cercanas al PIC

En la zona circundante al PIC, el uso del suelo es principalmente urbano-industrial observándose el desarrollo de viviendas de muy bajos recursos que coexisten con predios industriales de variables dimensiones. De acuerdo a los procesos industriales que desarrolla cada una de las empresas, se consideran a las mismas potenciales fuentes de contaminación del suelo y las aguas subterráneas. En cuanto a la urbanización en torno al PIC, las vivienda uni y multifamiliares no poseen servicios de agua potable ni de sistema de saneamiento cloacal. Los efluentes domésticos generados son enviados sin tratamiento a pozos absorbentes o a cuerpos de agua superficiales. Esta inadecuada disposición de los efluentes domésticos produce afectaciones en el suelo que luego se transmiten al, agua subterránea, por lo que constituye una potencial fuente de contaminación del recurso hídrico subterráneo.

9.6 Vulnerabilidad de las aguas subterráneas.

La vulnerabilidad es un factor cualitativo, que se define como la susceptibilidad de un acuífero a sufrir deterioro en alguna de sus propiedades (calidad, productividad y reservas). Respecto al deterioro de la calidad, siguiendo la metodología desarrollada por Foster (1987), se pueden asignar valores a ciertos parámetros considerados determinantes de la vulnerabilidad de un acuífero, cuyos caracteres o rangos resultan más sencillos de estimar o conocer con los datos disponibles.

El método propuesto, denominado **GOD** se basa en la asignación de índices entre 0 y 1 a tres variables.

G: Ground water occurrence= tipo de acuífero: características hidráulicas del acuífero considerado.

O: Overall aquifer class= litología de la cobertura: se refiere a las características texturales de las unidades hidroestratigráficas.

D: Depth= profundidad del agua o del acuífero: es el recorrido del agua y los contaminantes hasta el nivel freático o hasta el techo del acuífero.

Se aplicó la metodología descripta para obtener los valores, multiplicando **G.O.D** se obtiene los resultados que se expresan en la Tabla 5.

Tabla 5: Vulnerabilidad de los acuíferos, Freático/Pospampeano, Puelche y Paraná

Parámetro	Acuífero Freático - Pospampeano		Acuífero Puelche		Acuífero Paraná	
	Carácter o rango	Valor asignado	Carácter o rango	Valor asignado	Carácter o rango	Valor asignado
G	No confinado (libre)	1,00	Semiconfinado	0,40	Confinado	0,20
O	Arenas limosas- Arcillas arenosas	0,60	loess ("Pampeano") y arcillas-limos (acuitardo)	0,45	loess ("Pampeano") y arcillas-limos (acuitardo)	0,50
D	0,5-1 m (<2 m)	1,00	20-50 m (24 m)	0,60	20-50 m (24 m)	0,50
G.O.D= Vulnerabilidad a la contaminación	ALTA	0,6	MUY BAJA	0,11	MUY BAJA	0,05

Fuente: elaboración propia aplicando del Método de Foster (1987).

De acuerdo a los valores que arroja la Tabla 5, se puede concluir que; la vulnerabilidad a la contaminación es alta para el Acuífero Freático/Pospampeano y muy baja para los acuíferos Puelche y Paraná.

10 INFLUENCIA DE LA EXPLOTACIÓN

En la zona entorno al PIC, las principales demandas de agua subterránea, por su volumen, provienen del sector industrial y también se las demanda, aunque en muy menor medida, para uso doméstico en las viviendas aledañas al predio.

Como ya se apuntara, la zona no ha sido alcanzada por los servicios de agua corriente de red ni sistema de saneamiento cloacal. Sin embargo, el vecindario, se abastece a través de conexiones individuales al servicio de agua de red mediante tendido de numerosas cañerías de PVC de pequeño diámetro desde la red troncal hacia las viviendas particulares. Debido a la precarización en el tendido de estas cañerías, las mismas observan pérdidas en la distribución hacia las viviendas por lo que en algunos casos resultan ineficientes para el suministro de agua.

De acuerdo a estas anomalías en el suministro de agua en la zona, el servicio a través de la red no se puede garantizar, por lo que las empresas instalan sus propios pozos para garantizar los caudales que demandan las actividades/procesos industriales. En la zona, los pozos que captan de los acuíferos Puelche y Paraná presentan diseños constructivos de cañerías para aislación del acuífero Freático/Pospampeano, potencialmente contaminado.

En un radio de 500 metros entorno al PIC se observan establecimientos industriales en los que se destacan galpones, depósitos de logística, también en algunos sectores se desarrollan pequeñas áreas con espacios verdes. Dichos establecimientos se disponen con una densidad media a alta, sobre la Av. De la Ribera sur y las calles transversales. De acuerdo a esta densidad de industrias el consumo de agua es elevado y en su gran mayoría se obtiene de captaciones subterráneas.

Desde el punto de vista de la dinámica de las aguas subterráneas el área entorno al PIC se encuentra en la zona de descarga del sistema de acuíferos Freático/Pospampeano y del Puelche por lo que la disponibilidad de agua subterránea es elevada.

11 RECARGAS Y RESERVAS DE AGUA

En relación a este punto en particular, contando con los registros de precipitaciones de la estación aérea Ezeiza se realizaron una serie de cálculos para estimar los volúmenes de agua que por infiltraciones ingresan al sistema subterráneo que componen los acuíferos Freático/Pospampeano y Puelche:

- promedio de precipitaciones anuales (P) es de 992 mm.
- evapotranspiración real (ETR) de 774 mm (78% de la P)
- excesos hídricos ($E_h = P - ETR$) de 218 mm anuales.

Estos excesos hídricos (E_h) determinan que parte del agua escurra superficialmente (E_f) y parte se infiltre (I) produciéndose la recarga subterránea (primero al freático y luego al Puelche).

Para calcular el término E_f de la fórmula del balance, se aplica el coeficiente de escurrimiento fluvial para la cuenca Matanza-Riachuelo de 0,12 que fue estimado por estudios y características morfológicas de la cuenca (SALA, EASNE-CFI, 1973) asignándosele un valor de 12% de las P.

Asumiendo estos valores y aplicando la fórmula del balance hídrico se tiene:

$P = 992$ mm

$ETR = 774$ mm (78% de la P)

$E_f = 119$ mm (12% de la P)

$$I = 992 - 774 - 119 = 99 \text{ mm/anuales} \sim 100 \text{ mm/a}$$

De esta manera el valor anual de la infiltración (I) en el área de estudio se estima en 100 mm, que representan 10% de la P, a partir del cual se obtienen los resultados que se muestran en la Tabla 6.

Tabla 6: Cálculo de las infiltraciones por precipitaciones.

Infiltración por precipitaciones		
Precipitaciones anuales	992	mm/a.
Infiltración por precipitaciones	100	mm/a.
	0,1	m ³ /a.
Area del Parque/espacios de infiltración	293.000	m ² .
Infiltración anual en el área	29.300	m ³ /a.

Fuente: elaboración propia a partir de cálculos propuestos por Auge, La Plata, 2006.

De acuerdo a los cálculos realizados, la superficie de infiltración del PIC permite un ingreso de agua, durante las precipitaciones, del orden de los 29.300 m³/anuales.

Para las actividades del PIC se estima una extracción de agua del Acuífero Puelche será de 1000 m³/d (provenientes del bombeo de los dos pozos) por lo que el volumen máximo extraído anual será de **240.000 m³/anuales (0,24 hm³ al año)**.

Los ingresos de agua estimados por afluencia lateral del acuífero surgirán de los resultados de los ensayos de bombeo. No obstante ello, con los datos disponibles, si se considera una influencia del cono de depresión de unos 100 m haciendo centro en el pozo (L), se generaría un gradiente (i) del orden de los 0,035. Si se aplica una Transmisividad (T) media, para el Puelche, de 400 m²/d se obtiene un caudal por pozo de 1400 m³/d los cuales se traducen en 336.000 m³ (0,34 hm³/año por cada pozo arrojando: **0,68 hm³/a de ambos pozos**)

Los pozos al Acuífero Puelche se diseñarán para obtener un caudal del orden del orden de los 50-60 m³/hora por cada pozo. La red de pozos funcionará de manera alternada contemplando unas 10 horas de operación, cada uno, con lo cual se aseguraría un caudal diario de 1000 m³/h total bombeado desde el Puelche, los cuales en encuentran garantizados por la afluencia lateral del acuífero principalmente y en menor medida, por las precipitaciones.

Por su parte los pozos al Acuífero Paraná, contemplarán diseños constructivos que permitan obtener un caudal de 100-120 m³/h del cual se extraerán a diario unos 1000-1200 m³/día por cada pozo, bombeando desde el dicho acuífero un total de 3600 m³/día.

Reservas:

- Reservas Acuífero Freático/Pospampeano, si se asume un área de 293.000 m², un espesor medio de 25 m y una porosidad media del 5%, en este acuífero las reservas se estiman en 366.250 m³ (aproximadamente 0,4 hm³).
- Reservas efectivas en el Puelche o reservas propias del acuífero; asumiendo un área de 293.000 m², un espesor medio de 20 m y una porosidad media del 20% se obtienen reservas efectivas que rondan en 1.172.000 m³ (aproximadamente 1,2 hm³).
- Reservas bajo confinamiento: para la misma área, con un coeficiente de almacenamiento 3.10⁻³ y un espesor saturado por encima del acuitardo de 23 m, las reservas bajo confinamiento en el Acuífero Puelche se estiman en 20217 m³ (unos 0,02 hm³).
- Reservas totales para el Acuífero Puelche –sumando las reservas efectivas/propias del acuífero y las reservas bajo confinamiento- representan unos 1.192.217 m³ (aproximadamente unos 1,22hm³).

Respecto a lo calculado las reservas totales para el Puelche la componen; 99,5% de reservas efectivas y 0,5% de reservas bajo confinamiento

- Reservas estimadas para el Acuífero Paraná. Aunque es escasa la información de esta unidad respecto del espesor de la zona productiva o capa arenosa productiva como así también de los valores de porosidades medias, no obstante, se asumen valores conservativos a los fines de realizar las estimaciones en cuanto a las reservas. De acuerdo datos obtenidos de pozos perforados parcialmente en arenas productivas del Paraná y medidas de los niveles de agua en dichos pozos se obtienen los siguientes valores: porosidades efectivas medias 20% y

espesor saturado 77 m.

- Reservas efectivas en el Paraná o reservas propias del acuífero; en un área de 293.000 m², asumiendo un espesor medio de 30 m y una porosidad media del 20% se obtienen reservas aproximadas de 1.758.000 m³ ~ 1,8 hm³).
- Reservas bajo confinamiento: para la misma área, asumiendo un coeficiente de almacenamiento $3 \cdot 10^{-3}$ y un espesor saturado, por encima las arcillas verde-azuladas, de 78 m, las reservas bajo confinamiento en el Acuífero Paraná se estiman en 68562 m³ (unos 0,07 hm³).
- Reservas totales para el Acuífero Paraná –sumando las reservas efectivas/propias del acuífero y las reservas bajo confinamiento- las mismas alcanzan un valor de 1.826.562 m³ (unos 1,83 hm³).

12 CONCLUSIONES

- Las demandas de agua para las actividades del PIC requieren de 4500 m³/d, los cuales se gestionarán mediante bombeo de agua subterránea desde los acuífero Puelche y Paraná.
- Para satisfacer tales demandas, se instalarán un sistema de bombeo compuesto por; tres (3) pozos al acuífero Paraná y dos (2) al acuífero Puelche que se programará para un funcionamiento de unas 10 horas diarias.
- Los pozos al Acuífero Paraná serán construidos y equipados con bombas de una potencia tal de extraer entre 100 y 120 m³/hora en cada pozo, mientras que en el Acuífero Puelche contará con perforaciones provistas de bombas para extraer entre 50 y 60 m³/hora.
- El sistema de bombeo será programado para una extracción total de 4500 m³/día de los cuales 3500 m³/d se extraerán del Paraná y 1000 m³/d del Puelche.
- Al cabo de un año de operación del Acuífero Puelche se extraerán 240.000 m³ (0,24 hm³/a).
- La explotación propuesta es menor que los caudales que ingresan por afluencia lateral al cono de depresión generado por el bombeo que se estima en 680.000 m³/a (0,68 hm³/a).
- El área en la cual se ubica el PIC, es una zona de descarga del sistema subterráneo por lo que la disponibilidad del agua en el Puelche es muy alta.
- El acuífero Paraná, de acuerdo a la información obtenida de perforaciones cercanas, brinda caudales hasta 150 m³/h los cuales son significativamente mayores a los que se proyectan extraer en el PIC.
- La vulnerabilidad a la contaminación se estima como alta para el Acuífero Freático/Pospampeano y muy baja para los acuíferos Puelche y Paraná.
- Entre las potenciales fuentes de contaminación se incluyen: la planta de tratamiento de líquidos industriales (PTELI), las industrias aledañas, el curso del Riachuelo y la disposición inadecuada de los efluentes domésticos de los viviendas cercanas al PIC.
- Si bien el agua extraída de ambos acuíferos se presenta con elevada salinidad, la misma es apta para el uso previsto en el PIC.
- El agua que bombeará desde ambos acuífero utilizará exclusivamente para uso industrial.
- Para satisfacer los consumos de agua del personal del PIC, se tiene previsto la provisión de agua a través de la conexión al servicio de agua de red.
- Teniendo en cuenta la disponibilidad de agua de los acuíferos y los consumos estimados, se considera que; el recurso admite una explotación con el diseño de bombeo que se plantea.

13 PLAN DE MONITOREO (PROYECTADO)

Con el objeto de optimizar el uso del recurso hídrico subterráneo y control de la calidad del agua que se extrae se tiene proyectado implementar un plan de monitoreo anual que incluye; registros de los niveles estático y dinámicos junto con los caudales de bombeo (monitoreo hidráulico). Además, con la misma frecuencia, se evaluará un listado de parámetros fisicoquímicos y bacteriológicos. Se prestará especial atención en la evolución de las profundidades del agua, asimismo el monitoreo contempla mantener un control sobre la evolución de la salinidad y de las concentraciones de aquellos compuestos y sustancias contaminantes utilizadas como materias primas en las actividades del PIC.

El monitoreo incluirá un plan de mantenimiento de las bocas de los pozos y la limpieza de la superficie del terreno en entorno a los mismos.

Anexo 1. Vías de acceso. Parque Industrial Curtidor.

Anexo 2. Croquis del Parque Industrial Curtidor y ubicaciones proyectadas de los pozos.

Anexo 3. Plano b3.1. Diagrama de entubamiento proyectados en el Acuífero Puelche.

Anexo 4. Plano b3.2. Diagrama de entubamiento proyectados en el Acuífero Paraná.