

Aguas Subterráneas Sistema de Abastecimiento

Zona: Cuenca del Acequión
Departamento: Sarmiento
San Juan - Argentina

FEBRERO 2022

Evaluación Hidrogeológica

Resumen

A solicitud del Ing. Franco Pérpolis, se llevó a cabo la evaluación hidrogeológica motivo de este informe. La misma se desarrolló a base de la elaboración de material gráfico original fruto de la reinterpretación de información de campo preexistente. Para ello se volcó todo el material de interés adecuadamente georreferenciado sobre la plataforma de uso libre Google Earth Pro (ver 7.3.8.8248 - 64 bit).

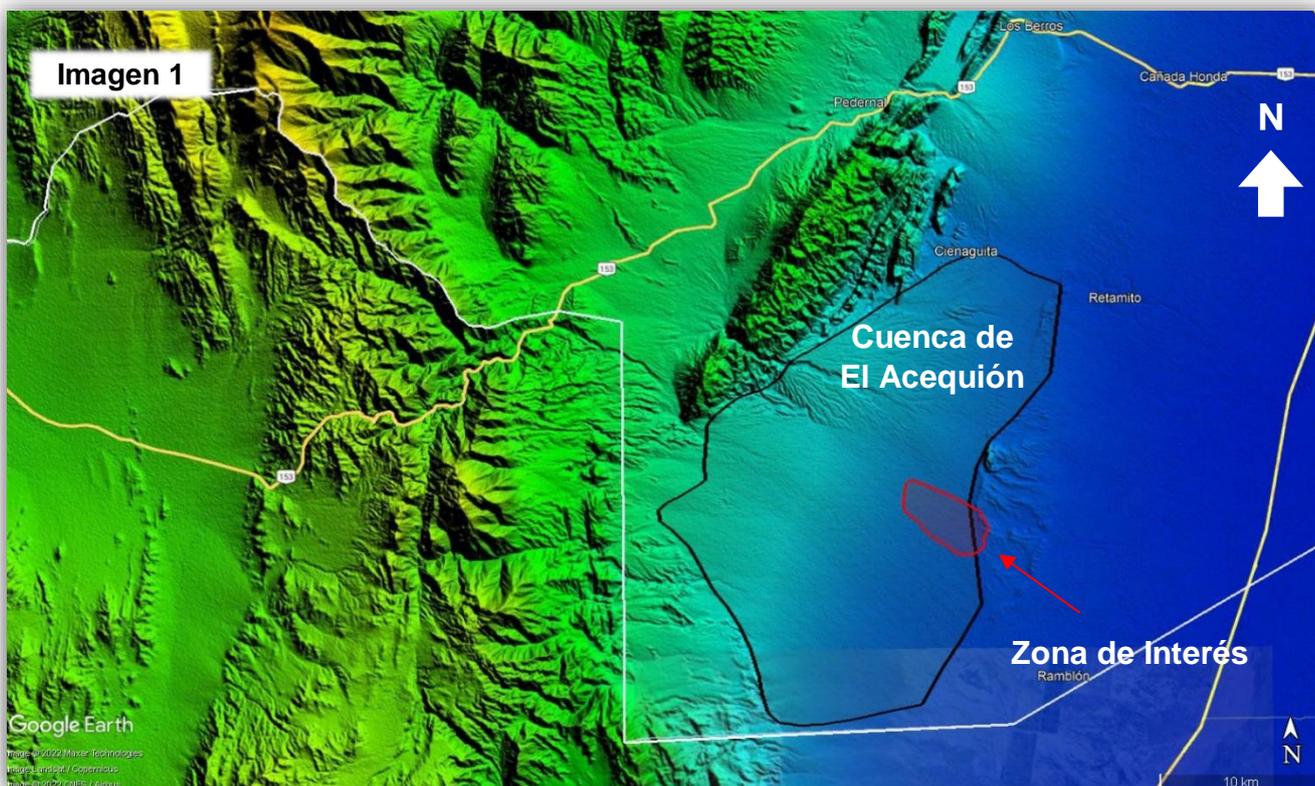
El material cartográfico relacionado con el análisis de la morfología de las cuencas hidrográficas y la dinámica de sus redes de flujo, fue obtenido con el software Global Mapper (ver 18.0.0 -64 bit).

Se realizó también el procesamiento de los datos de un ensayo de producción efectuado a la perforación existente en el predio, obtenidos luego del desarrollo inicial de la obra (Julio 2012), y finalmente pudieron también integrarse algunos datos hidroquímicos disponibles y proporcionados por CANME*, al igual que la demás información específica de la unidad productiva utilizada en este informe.

**Se agradece la colaboración de los Ing. Franco Pérpolis y Marcos Roldán.*

Introducción

La zona de interés en la que se encuentra el Establecimiento de Producción Agrícola, está ubicada en el Departamento Sarmiento, de la Provincia de San Juan, en el ámbito de la cuenca hidrológica El Acequión (imagen 1).



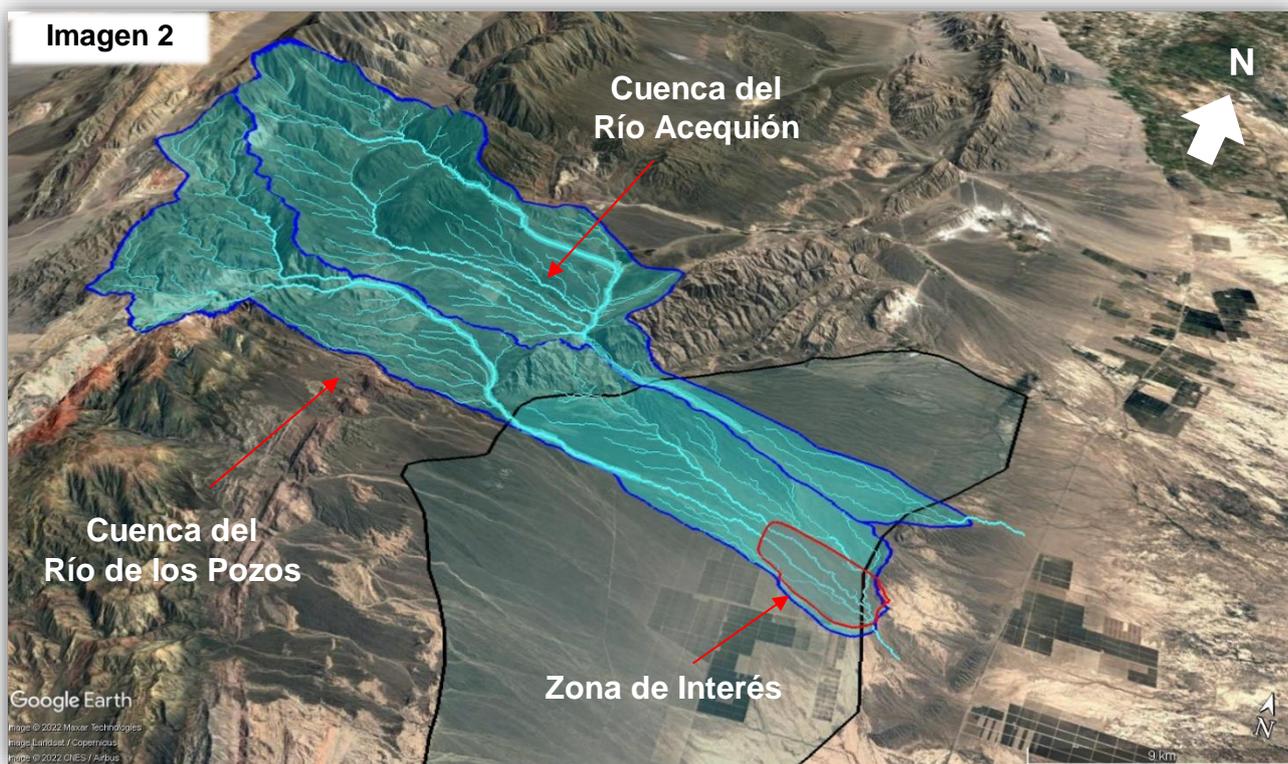
El objetivo del servicio estuvo enfocado en conocer las características hidrogeológicas principales de los terrenos que conforman la columna estratigráfica del subsuelo, identificar las características relevantes de los niveles acuíferos, y entender su relación con las zonas de aporte del recurso natural.

Finalmente, recomendar cuestiones importantes vinculadas a la ingeniería de perforación, a tener en cuenta a la hora de encarar nuevas obras de captación.

Antecedentes

Hidrogeología Regional

La Cuenca Hidrográfica de El Acequión abarca unos 300 km² de área superficial y se extiende entre la sierra de Pedernal, al noroeste, la sierra de las Peñas, al suroeste y, hacia el este, la zona de fallas que une los cerros Valdivia y Salinas.



El basamento hidrológico de esta cuenca está formado por depósitos paleozoicos y terciarios.

El relleno cuaternario lo constituyen depósitos del pie de monte precordillerano, mayormente tipo gravas y arenas.

En la parte norte de la cuenca, según información geofísica, en parte apoyada por perforaciones, se obtuvo un espesor de unos 200 metros del relleno cuaternario, si bien hacia el sur se han obtenido valores hasta de 650 metros.

Son materiales permeables con acuíferos libres. El espesor saturado es, por lo menos, de unos 200 m.

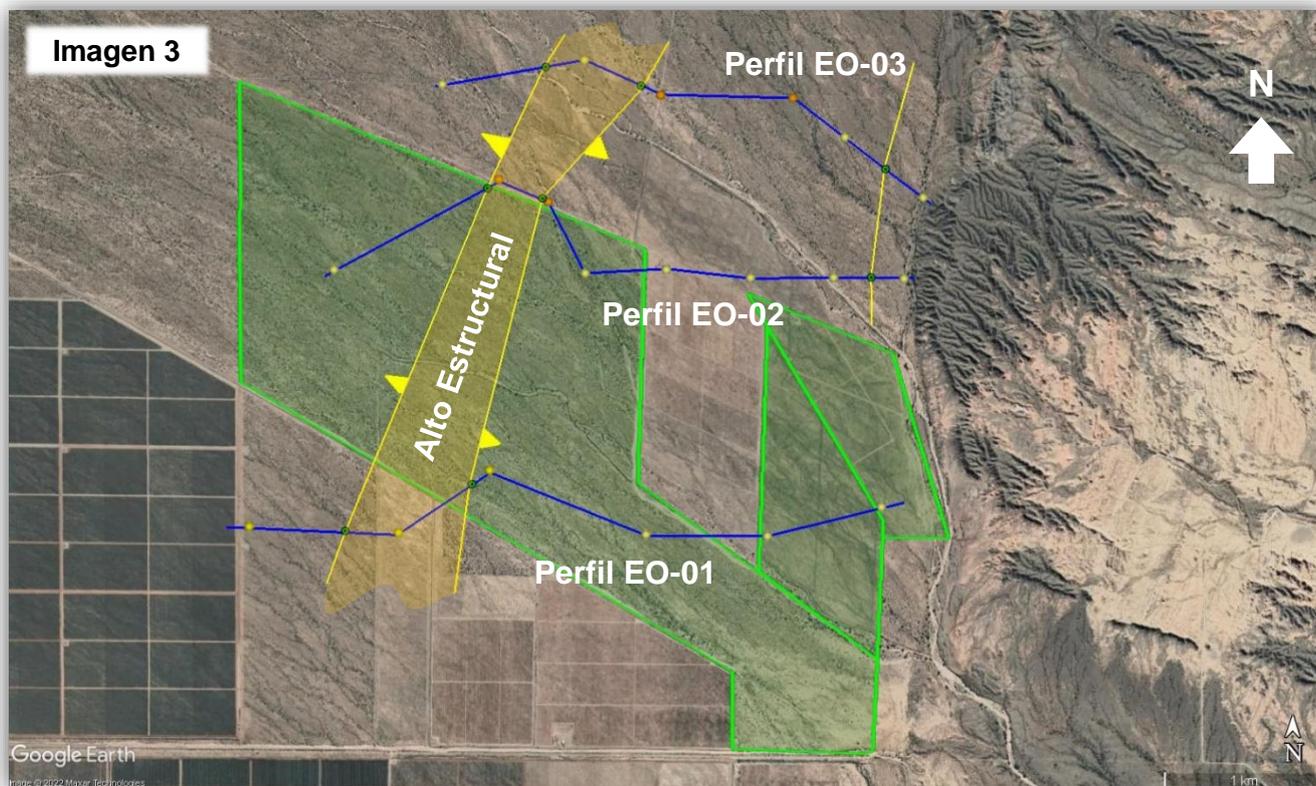
La recarga de la cuenca proviene en su mayor parte de los ríos Acequión y de Los Pozos, que tienen carácter temporario, además de la precipitación (nival y pluvial) aportada por los cordones montañosos que por el oeste limitan a esta cuenca (Imagen 2).

Geofísica

La información geofísica considerada en el presente trabajo, ha sido proporcionada por CANME y corresponde a una recopilación de información geoelectrica generada en el ámbito del LOTE 14 del proyecto Campo Grande, realizado por la consultora RM.

Dicha recopilación consideró los resultados de tres diferentes campañas de prospección geofísica por el método eléctrico por corriente continua, sondeo eléctrico vertical (SEV), realizadas entre los años 2006 y 2009.

De la citada compilación, se han extraído datos de ubicación de SEVs sobre la zona de interés, espesores y resistividades interpretados de las capas que conforman los perfiles geoelectricos (ver Imagen 3), y sus respectivos cortes interpretados con disposición Oeste – Este, los que se adjuntan en Anexos.



A partir de una nueva interpretación y georreferenciación de la citada información, se ha ubicado en planta la traza de proyección de lo que, en los trabajos antecedentes, se definió como un “alto estructural”.

En la imagen 3, se muestra también la proyección de las trazas de los planos de deslizamiento de las dos fracturas intervinientes en esa “elevación”.

El tipo de vergencia de ambos planos de falla indicaría que la zona entre ellas, podría correlacionarse con la proyección en planta del citado alto estructural.

Los demás datos geofísicos de interés se refieren fundamentalmente a las profundidades del techo de la unidad geoelectrica de apoyo, que en este caso sería el techo del basamento conductivo (posiblemente sedimentitas terciarias).

Hidro-geoquímica

El análisis de la composición hidroquímica del agua subterránea alumbrada en cualquier región, es siempre una parte importante a tener en cuenta para comprender la evolución geoquímica del recurso a lo largo del tiempo y su recorrido a través del subsuelo de la cuenca en cuestión.

La etapa de infiltración a través del suelo es relevante para la composición química de un agua subterránea. Con frecuencia gran parte de la personalidad geoquímica del agua se obtiene en los primeros metros de su trayecto, aunque después haya recorrido varios kilómetros el subsuelo. Esto se debe principalmente a que las aguas en el suelo se tornan principalmente ácidas por reacción con el CO₂ que se encuentra en elevada concentración en los poros de los terrenos más superficiales. Esta acidez hace que el recurso sea muy agresivo con los silicatos y carbonatos, elementos que van siendo asociados al volumen en tránsito.

Es obvio, entonces como la composición química puede aportar información muy valiosa sobre el comportamiento hidrogeológico regional, principalmente acerca del flujo subterráneo y a la identificación y caracterización de las áreas de recarga y descarga, a lo que nos referimos como evolución geoquímica de las Aguas Subterráneas.

En el caso de la perforación existente en el predio de CANME, ha sido posible comparar dos informes de análisis correspondientes a sendos muestreos llevados a cabo el 28 de Julio de 2012, recién terminada la obra, y el pasado 20 de Enero (2022).

En este caso, cabe destacar que las muestras fueron trasladadas para su análisis al mismo laboratorio, lo que resultó de una importancia significativa para apoyar conclusiones, vinculadas a la evolución de la calidad del agua, dentro del sistema acuífero explotado, a lo largo de los últimos 10 años.

****Los informes de análisis se adjuntan en Anexos***

Resultados y Conclusiones

Aguas Subterráneas

Disponibilidad

Mediante la visualización de la geomorfología local y el análisis de su relación con las zonas de captación superficial, responsable de la recarga principal de la cuenca y sus acuíferos, se puede observar que la subcuenca del Río El Acequión, prácticamente no aporta en forma directa recursos a los sedimentos permeables del subsuelo de la zona de interés.

Del mismo modo, es claro que prácticamente toda el agua colectada dentro de los límites de la subcuenca del Río de Los Pozos, recarga casi en forma exclusiva dichos niveles permeables. Por tal motivo se ha enfocado el análisis de aportes en estimar lo volúmenes que podrían ser receptados en la zona saturada de dicha subcuenca.

Un cálculo conservador bajo consideraciones geométricas de la zona de aporte, espesor saturado del resto de la cuenca reservorio, teniendo además en cuenta el porcentaje de saturación considerado para el tipo de sedimentos descritos por Zambrano y Torres, se podría aproximar un volumen estimado no menor a 28.000 hm³.

Calidad (Características Hidroquímicas)

En cuanto a la calidad del recurso, destaca en la evolución de los últimos 10 años, una modificación significativa en los valores de algunos indicadores fisico-químicos.

Se detallan los más relevantes...

- ✓ **Conductividad Eléctrica (CE):** En el análisis correspondiente al muestreo realizado luego del desarrollo primario de la obra, el valor de CE fue de 1.810 $\mu\text{S}/\text{cm}$, que contrastado con el actual (enero/2022) de 2.076 $\mu\text{S}/\text{cm}$, su comparación implica un aumento de aproximadamente un 15% en la salinidad total del agua.
- ✓ **Sodio:** Al igual que lo observado para el parámetro CE, con la concentración del ion sodio, se ha podido observar un aumento proporcional también de un 15% entre ambos muestreos. (280 a 322 mg/l).
- ✓ **Magnesio:** En este caso, la concentración de este ion ha disminuido en un porcentaje cercano al 44%. (27 a 15.60 mg/l).
- ✓ **Bicarbonatos:** La concentración de este anión, ha aumentado en un 98% entre ambos muestreos. (122 a 242 mg/l).
- ✓ **Cloruros:** Este ion sólo manifiesta un incremento en su concentración de un 10% (241 a 265 mg/l).
- ✓ **Sulfatos:** La concentración del ion Sulfato, muestra una disminución del orden del 15% entre ambos muestreos. (656 a 552 mg/l).

- ✓ **RAS:** Este índice muestra un incremento desde un valor inicial de 5.4 hasta un su actual valor de 6.7. Esto está de acuerdo con el aumento del sodio y la disminución del magnesio.

Breve discusión sobre lo observado...

Según el criterio de análisis establecido, resulta importante, en primer lugar, considerar el aumento en la concentración de bicarbonatos, ya que es el único compuesto que manifiesta un incremento cercano al 100% de su valor inicial.

El seguimiento de las variaciones de la concentración de bicarbonatos es útil para evaluar la participación en la recarga, de volúmenes provenientes de un estado inicial del ciclo evolutivo geoquímico dentro de la cuenca.

La incorporación de este ion es sólo factible en los primeros tramos del recorrido del agua en el subsuelo, ya que es donde existe posibilidad de actividad biológica aeróbica capaz de producir CO₂, abundante en los poros de los terrenos cercanos a la superficie.

El dióxido de carbono es necesario para que, en presencia de agua, se generen los bicarbonatos y sean liberados iones de hidrógeno, lo que provoca un aumento en la acidez del agua, y por lo tanto en su agresividad frente a los carbonatos y silicatos de las rocas.

Por ello, un aumento en la concentración de bicarbonatos (a lo largo del tiempo y en un mismo punto de monitoreo), generalmente se vincula con un incremento en el volumen de aguas “jóvenes” aportado en los primeros tramos del recorrido dentro de la cuenca.

Por otro lado, la importante disminución de magnesio observada, podría indicar que el citado aumento en la recarga con aguas “jóvenes”, podría estar dado gracias a una mayor infiltración en sectores donde el recurso tuviera poco tiempo de contacto con rocas dolomíticas, típicas de la zona alta de la cuenca (Cordillera Principal) y de la Sierra Chica de Zonda.

Quizás este punto pueda encontrar su explicación, si se piensa que este aporte de recarga enriquecido en bicarbonatos y más pobre en magnesio, podría deberse a un mayor volumen de infiltración en la zona de la Pampa del Acequión, sector alto intermedio aguas abajo de la zona de roca dolomítica. Como sea, lo destacable de este análisis es, a nuestro criterio, que el aporte de aguas provenientes de dicha zona, habría comenzado a ser más relevante en los últimos 10 años.

En cuanto a la conductividad eléctrica, claramente podría correlacionarse con el aumento identificado en la concentración de sodio y la disminución de los sulfatos (de menor conductividad específica).

Sistema de Captación: Perforación existente

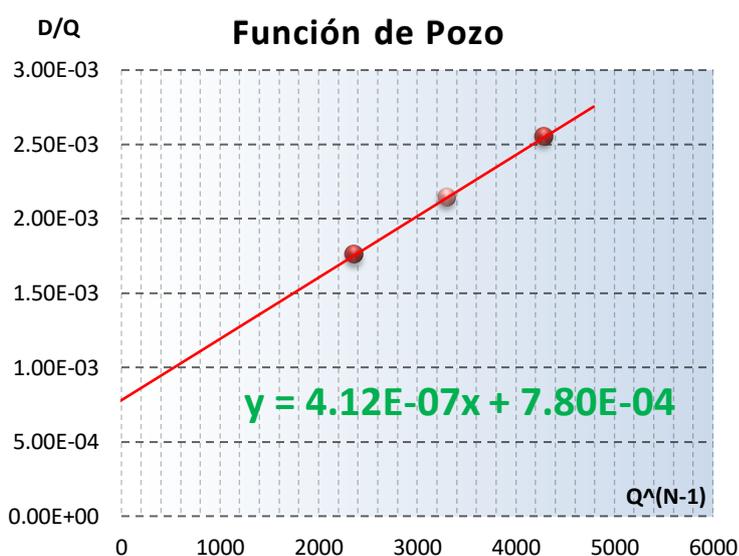
Ensayo de Producción por Bombeo

Con los datos de caudales y descensos del nivel piezométrico obtenidos en un ensayo de tipo escalonado a régimen permanente, realizado al finalizar la obra en julio de 2012, fue posible efectuar un análisis hidrodinámico para determinar el estado inicial de la perforación.

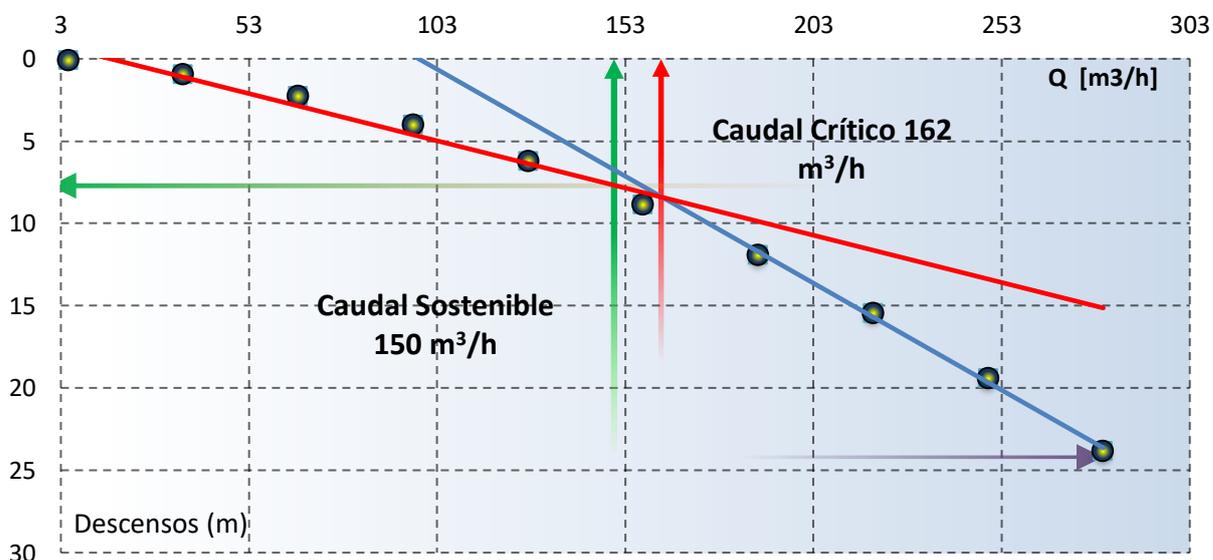
Este tipo de análisis permite obtener, a partir de relaciones que vinculan las pérdidas de carga en la formación acuífera y las debida a la obra misma, datos característicos de la perforación como caudal crítico, capacidad específica, entre otros.

En las gráficas se muestran, aparte de la función de pozo obtenida, el valor del caudal crítico de la obra, el cual resultó en 162 m³/h. También se indica un posible caudal recomendado para una explotación más sostenible, de 150 m³/h.

Con una extracción del recurso a ese caudal, sería posible mantener el sistema de captación trabajando por debajo del caudal crítico, con un 8% de margen de seguridad y, aunque este margen es bajo, podría ayudar a la duración de la obra, atendiendo que se evita en gran medida alterar el ingreso y conducción dentro de los postulados de Darcy, o sea flujo laminar.



Bombeo (Modelo)



Cabe destacar que la obra actualmente se encuentra equipada con un conjunto electrosumergible que entrega en boca de pozo, más de 180 m³/h, con su zona de admisión ubicada a aproximadamente a 142 m de profundidad.

Recomendaciones

Sistema General de Abastecimiento

Atendiendo los requerimientos máximos de caudal, estimados por el equipo técnico de CANME, necesarios para cumplir con los compromisos de provisión que se prevén para los lotes C y D (120 has), y considerando obras de captación de similares características a la existente, se necesita contar con 7 perforaciones que, a un régimen de trabajo de 18 hs. diarias, produzcan 150 m³/h.

De ese modo sería satisfecha una demanda calculada en 18.000 m³/día, estimación que surge de considerar una lámina de reposición de agua de 15 mm/ha×día, para una superficie de 120 has.

Debido a que el proyecto puede desarrollarse por etapas, las obras debieran ser capaz de atender las necesidades que se plantean según las sucesivas convocatorias de inversores, a los que habrá que proveer del recurso. Por ello, y atendiendo también al aprovechamiento de las instalaciones existentes en el predio, en especial el reservorio, conducciones y sobre todo la traza del tendido de energía eléctrica, se ha planteado un posible escenario inicial que permita cubrir al corto plazo las demandas que requieren acción inmediata.

El diseño se presenta en la Imagen 4, donde se muestran las ubicaciones recomendadas para las primeras tres perforaciones de la ampliación de la capacidad de producción de aguas subterráneas, en los Lotes C y D.

Se ha incluido también en la imagen la ubicación en planta de una primera obra en el extremo NO del lote A, atendiendo la intención de la empresa de prever futuras posibles necesidades hacia ese sector.

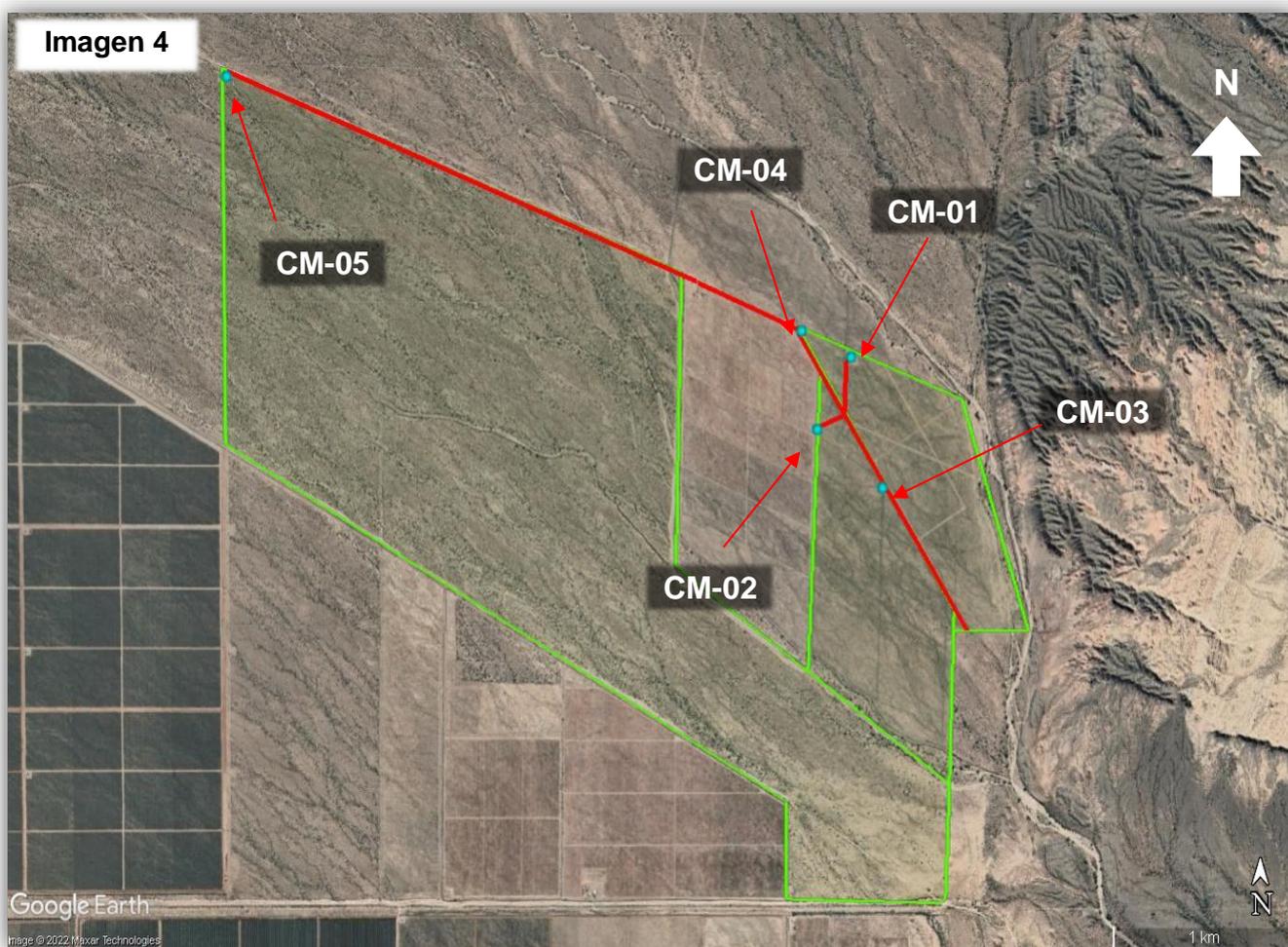
Al respecto, vale aquí plasmar una **importante recomendación**, y consiste en intensificar los estudios antecedentes de la región, para mejorar más aún el status de conocimiento, indispensable al momento de decidir sobre el abastecimiento y manejo del agua.

Por ejemplo, se conoce que en cercanías del predio existen varias obras de captación que, al momento del presente informe, no se tienen datos fehacientes para su consideración, información que sin dudas es relevante dado que se trata de perforaciones que extraen agua del mismo reservorio. Existe también información geofísica que, al igual que los analizados en el presente trabajo, deberían reevaluarse con una mirada puesta en los objetivos del proyecto de CANME.

La nomenclatura utilizada (imagen 4) para identificar las obras sólo es indicativa de un orden que se considera adecuado para atender las necesidades en función de las prioridades planteadas, por lo que la próxima debiera ser CM-02, luego CM-03, etc.

El diseño de una obra en la locación CM-04 resulta de prever una posible salida de servicio de la actual perforación, pues es para considerar el estado actual de la misma, en base a los resultados del análisis de las condiciones hidrodinámicas de trabajo del equipo de bombeo instalado (ensayo de bombeo), donde se puede ver que el mismo ha trabajado por mucho tiempo, a un ritmo de producción mayor a los 180 m³/h, un caudal bastante superior al crítico (162 m³/h).

En el largo plazo esta situación implica, generalmente, la manifestación de síntomas de desgaste de las unidades filtrantes y/o algún posible defecto en el entubamiento, que permite el ingreso de arenas y/o limos. Estos sedimentos, abrasivos por su alto contenido de cuarzo, también son luego erogados por el equipo de bombeo a la salida del sistema, lo que lleva a pensar en prematuros desgastes de las partes móviles del cuerpo hidráulico de la bomba.



En cuanto a las características de las nuevas obras, se considera pertinente recordar que se plantean construir, excepto CM-05, en una zona de similares características hidrogeológicas que la existente, por lo cual sería prudente plantearse (para cada una) una etapa exploratoria con herramienta de 8.75 o 12.50 pulgadas hasta contactar el techo de los

sedimentos finos del basamento hidrológico de posible edad terciaria, que según la geofísica y la profundidad de la actual perforación, deberían contactarse a aproximadamente a 170 o 180 metros, por lo que se sugiere un diseño exploratorio de 200 m.

Como corresponde, la etapa exploratoria deberá contar con todos los controles que indica el buen arte y oficio, como mínimo un adecuado muestreo de los terrenos atravesados por la herramienta de corte, su adecuación a campo y su correspondiente descripción litológica. Control de avance de la herramienta (cronometraje) y de los parámetros básicos de la inyección, etc.

Al momento de terminada la etapa de perforación exploratoria, se deberá realizar el perfilaje geofísico que permita un correcto ajuste con la descripción (a profundidad) del muestreo, para diseñar el entubamiento adecuado, como mínimo se recomienda obtener el registro de las herramientas resistivas NC y NL y del potencial espontáneo (SP).

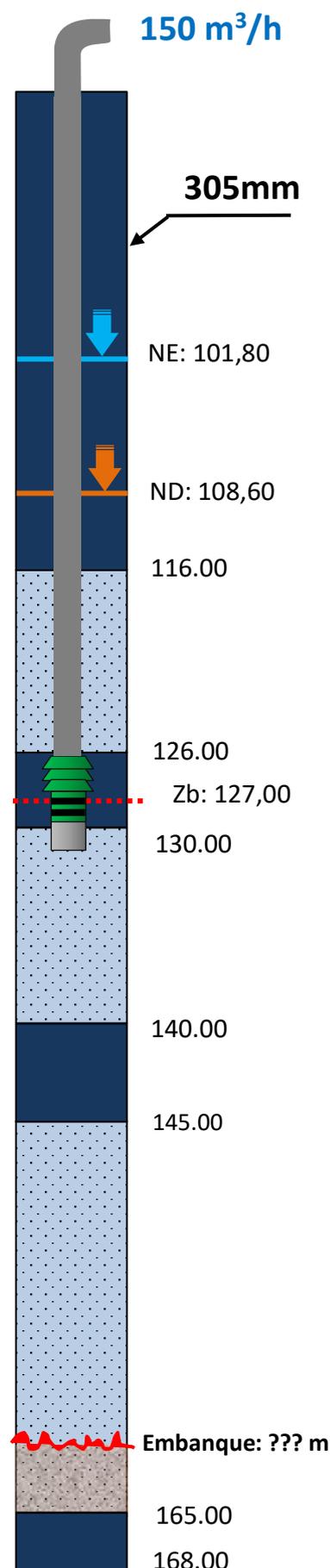
Es fundamental prever también el análisis granulométrico de los sedimentos pertenecientes al sistema acuífero, para determinar correctamente la abertura de las ranuras de los tramos de filtro, al igual que el tamaño de los granos del empaque de grava seleccionada para prefiltros y estabilizador de formación, con miras a la futura contención del ingreso de arenas muy finas y limos a la perforación terminada.

En la imagen 5 se ha esquematizado una vista comparativa entre las necesidades constructivas a prever en ambas situaciones de perforación.

Conviene remarcar que para el caso de la/s perforación/es en la zona de CM-05, la profundidad de instalación del equipo de bombeo, y por lo tanto la potencia necesaria para elevar el recurso, aumentan considerablemente con respecto a la zona de los lotes C y D (CM-01).

Sobre la Perforación Existente

En cuanto a la única obra existente hoy en producción, se sugiere la planificación de maniobras de diagnóstico del actual estado de su entubamiento y filtros; y considerar firmemente una modificación en la instalación del equipo de bombeo. Como ya se expuso, sin realizar un nuevo ensayo, y con los valores obtenidos al momento del desarrollo primario (julio 2012), se pudo establecer que el caudal crítico es de 162 m³/h, por tal motivo (ver gráficas arriba) se propone evaluar la instalación de un equipo que extraiga no más de 150 m³/h, que bien podría instalarse a la profundidad de 127 m, aprovechando un tramo de tubo ciego intercalado entre filtros (ver croquis derecha).



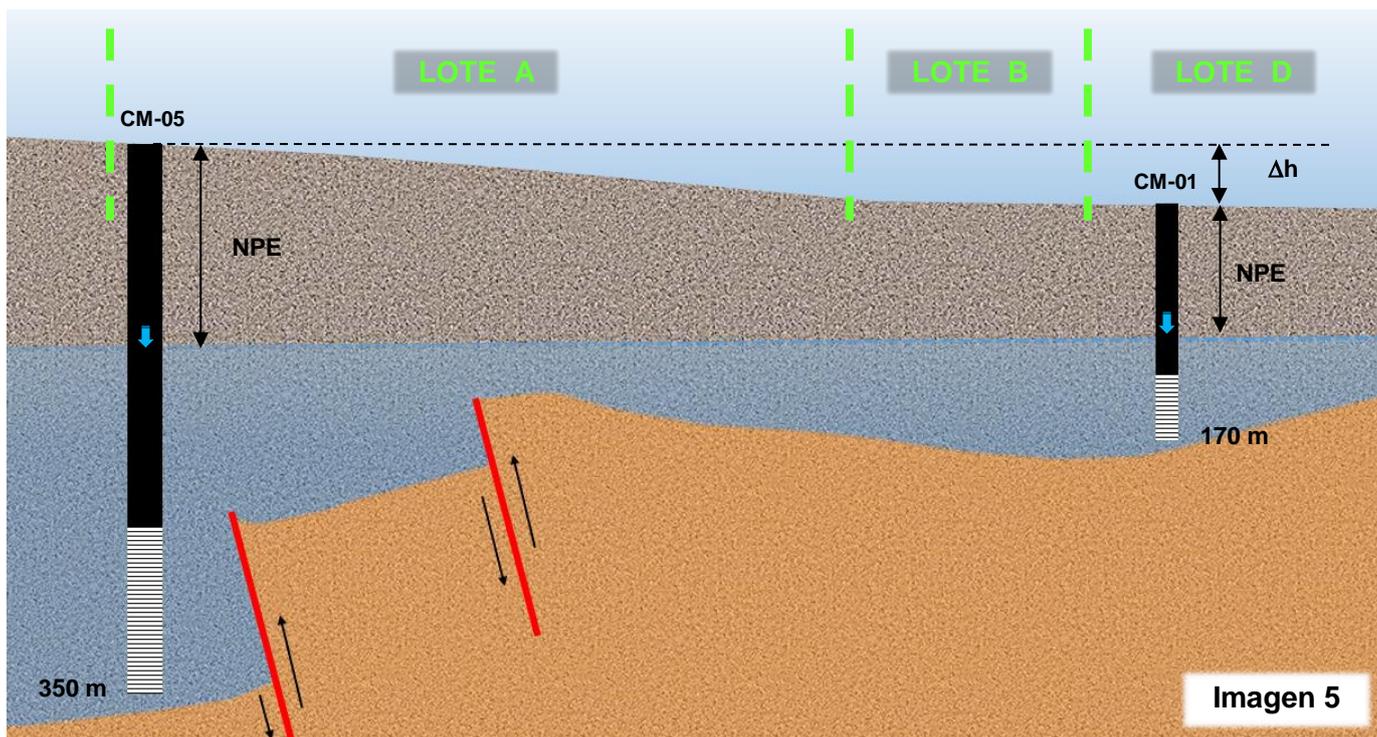


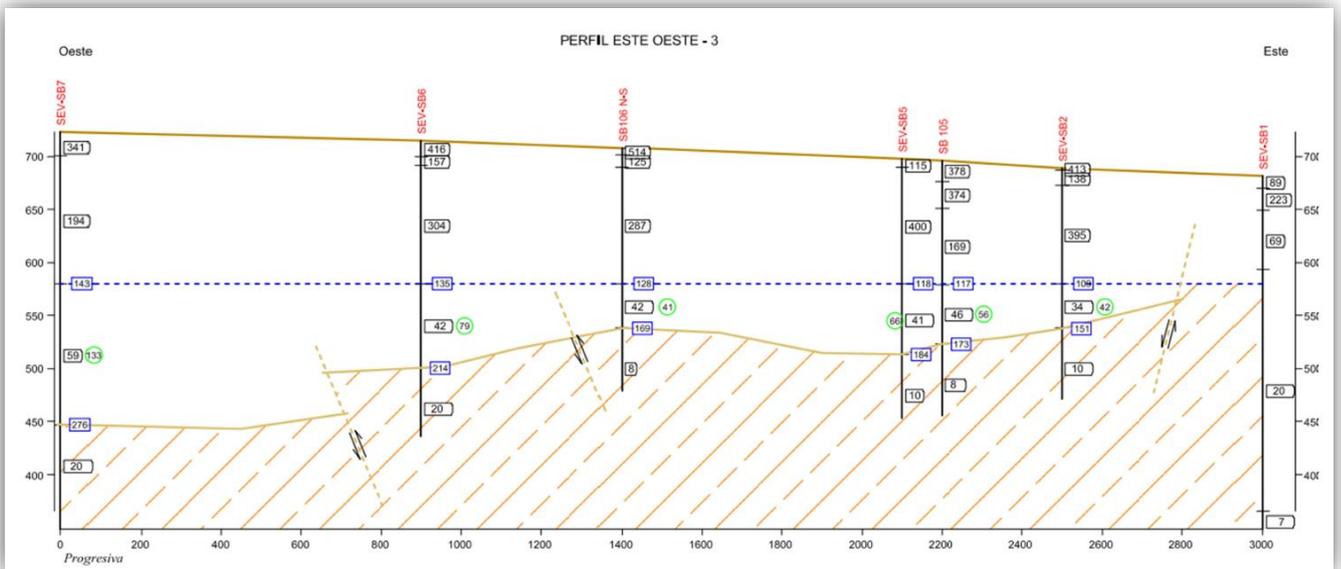
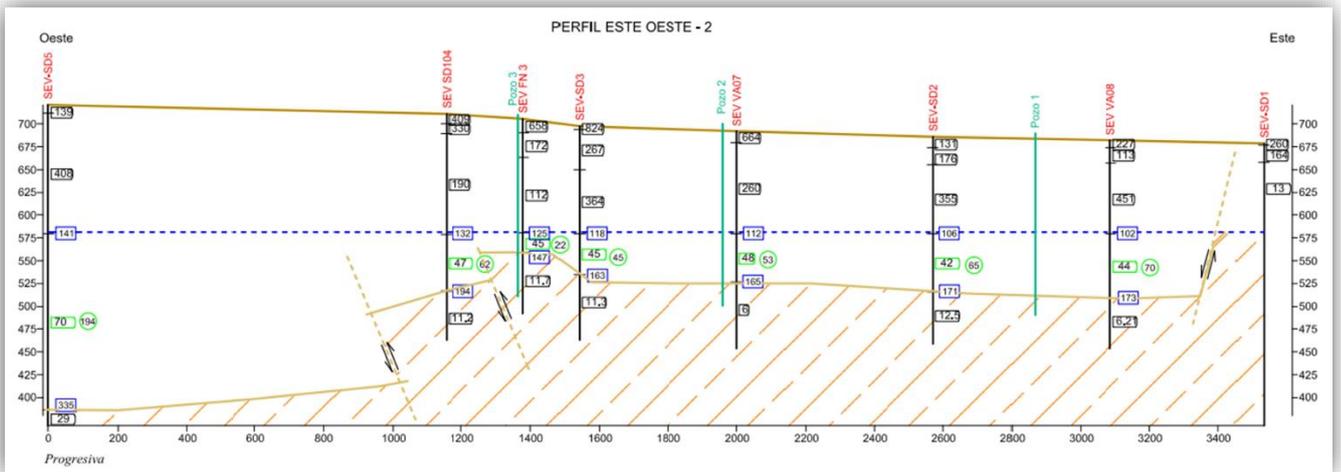
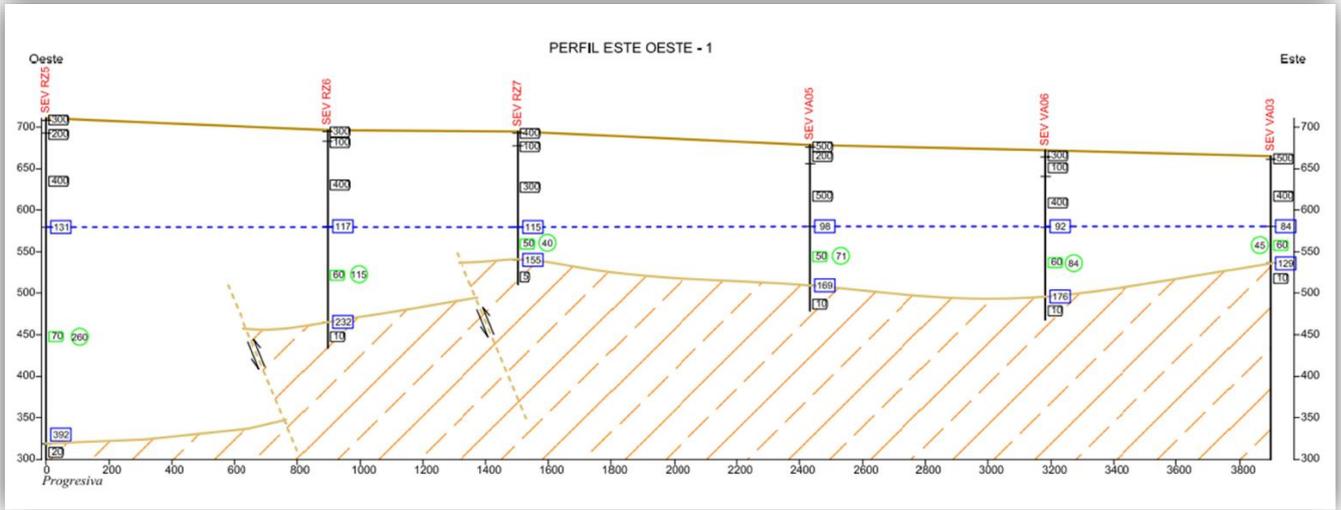
Imagen 5

Juan Carlos Pechuan
Juan Carlos Pechuan
Director Técnico

Bibliografía

- ✓ J.A. Rocca (1969) Geología de los Valles de Tulum y Ullum – Zonda
- ✓ Dr. Juvenal Zambrano e Ing. Eduardo Torres. Hidrogeología de la Provincia de San Juan.
- ✓ Luis Doliner (1980) Recursos Hídricos de la Provincia de San Juan – Informe Preliminar
- ✓ Agie, J (1968): Almacenamiento de agua subterránea en las cuencas de Tulum y Ullum-Zonda. Centro Regional de Agua Subterránea (P-013). Subsecretaría de Recursos Hídricos, San Juan.
- ✓ Appelo, C. y Postma, D. (1993) Geochemistry, groundwater and pollution.
- ✓ Custodio, E. & Llamas, M.R. (1983) – Hidrología Subterránea.

Anexos



ANÁLISIS QUÍMICO CUANTITATIVO			
Identificación de Muestra:		FINCA NUEVA- POZO N°1- Sarmiento- San Juan-	
C.E.	(μ S/cm):	1.810	Fecha del Análisis: 28/07/2012
pH	:	7,83	
Sodio, Na ⁺	(mg/l):	280	
Calcio, Ca ⁺⁺	(mg/l):	155	
Magnesio, Mg ⁺⁺	(mg/l):	27	
Carbonatos, CO ₃ ⁻	(mg/l):	0,0	
Bicarbonatos, HCO ₃ ⁻	(mg/l):	122	
Cloruros, Cl ⁻	(mg/l):	241	
Sulfatos, SO ₄ ⁻	(mg/l):	656	
Boro, B	(mg/l):	0,62	
Residuo 100°-105°C	(mg/l):	1.300	
Dureza Total, CaCO ₃	(mg/l):	500	
Dureza Temp., CaCO ₃	(mg/l):	100	
Dureza Perm., CaCO ₃	(mg/l):	400	
R.A.S.	:	5,4	



ANALITICALAB

LABORATORIO DE ANALISIS QUIMICOS Y MICROBIOLÓGICOS
Habilitado por MSP Res. 4589

Recepción de Muestra(s): 20/01/22

Análisis N°:01-1574

Solicitante: H.D.E. SA

Muestra: AGUA

MUESTRA PRESENTADA POR EL SOLICITANTE

ANÁLISIS QUÍMICO CUANTITATIVO

Identificación de Muestra: PERFORACIÓN- El Acequión-

C.E.	(μ S/cm):	2.076
pH	:	7,27
Sodio, Na ⁺	(mg/l):	322
Calcio, Ca ⁺⁺	(mg/l):	152
Magnesio, Mg ⁺⁺	(mg/l):	15,60
Carbonatos, CO ₃ ⁼	(mg/l):	0,0
Bicarbonatos, HCO ₃ ⁻	(mg/l):	242
Cloruros, Cl ⁻	(mg/l):	265
Sulfatos, SO ₄ ⁼	(mg/l):	552
Boro, B	(mg/l):	0,78
Residuo 100-105°C	(mg/l):	1.520
Dureza Total, CaCO ₃	(mg/l):	445
Dureza Temp., CaCO ₃	(mg/l):	198
Dureza Perm., CaCO ₃	(mg/l):	247
R.A.S.	:	6,7

RAÚL ADOLFO PEREIRA
LICENCIADO EN QUÍMICA
M.P. 013