



# **CARRERA DE POSGRADO DE ESPECIALIZACION EN INGENIERIA SANITARIA**

## **TRABAJO FINAL**

### **Reactivación de 2 pozos profundos de captación de agua en yacimiento Manantiales Behr- Provincia del Chubut**

Alumna: Lic. Cintia Chávez

Director: Esp. Daniel González

Co- Director: Dr. Daniel Mársico

**DICIEMBRE 2021**

## ÍNDICE

### 1- INTRODUCCIÓN

### 2-RESUMEN

### 3- OBJETIVOS

#### 3.1- OBJETIVO GENERAL

#### 3.2- OBJETIVOS ESPECÍFICOS

### 4- MARCO TEÓRICO

#### 4.1- SITIO DE ESTUDIO

#### 4.2- GEOLOGÍA REGIONAL

#### 4.3- GEOMORFOLOGÍA

#### 4.4- CLIMA

##### 4.4.1- TEMPERATURA

##### 4.4.2- RÉGIMEN DE PRECIPITACIONES

##### 4.4.3- VIENTOS

#### 4.5- SUELOS

#### 4.6- FLORA

#### 4.7- FAUNA

#### 4.8- GEOHIDROLOGÍA

##### 4.8.1- AGUAS SUPERFICIALES

##### 4.8.2- AGUAS SUBTERRÁNEAS

#### 4.9- MARCO NORMATIVO

##### 4.9.1- LEGISLACIÓN NACIONAL

##### 4.9.2- LEGISLACIÓN PROVINCIA DEL CHUBUT

##### 4.9.3- LEGISLACIÓN MUNICIPALIDAD DE COMODORO RIVADAVIA

#### 4.10- CALIDAD DE AGUA

##### 4.10.1- ANIONES Y SUSTANCIAS ANIÓNICAS

##### 4.10.2- CATIONES Y SUSTANCIAS CATIONICAS

##### 4.10.3- GASES PRINCIPALES DISUELTOS

##### 4.10.4- ANIONES Y SUSTANCIAS ANIONICAS MENORES MÁS IMPORTANTES

##### 4.10.5- CATIONES Y SUSTANCIAS CATIONICAS MENORES MÁS IMPORTANTES

##### 4.10.6- CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS Y FISICOQUÍMICAS

#### 4.11- CLASIFICACIÓN DE LAS AGUAS

##### 4.11.1- EN FUNCIÓN DEL CICLO HIDROLÓGICO

##### 4.11.2- EN FUNCIÓN DE LA ZONA DONDE LAS AGUAS SUBTERRÁNEAS SE

##### ENCUENTRAN

##### 4.11.3- CLASIFICACIONES SIMPLES

##### 4.11.4- CLASIFICACIÓN GEOQUÍMICA POR IONES DOMINANTES

#### 4.12- HIDROLOGÍA- CONCEPTOS BÁSICOS

##### 4.12.1- ACUÍFERO

##### 4.12.1.1- TIPOS DE ACUÍFEROS

##### 4.12.2- PARÁMETROS HIDRÁULICOS

##### 4.12.3- ENSAYOS DE BOMBEO

##### 4.12.3.1- EJECUCIÓN DE LOS ENSAYOS DE BOMBEO

##### 4.12.3.2- MEDICIONES

- 4.12.3.3- DURACIÓN DEL ENSAYO
- 4.12.3.4- INTERPRETACIÓN DE DATOS
- 4.13- POZOS VERTICALES
- 5- REHABILITACIÓN DE POZOS
  - 5.1- ETAPA DE DIAGNÓSTICO
    - 5.1.1- RELEVAMIENTO DE ANTECEDENTES
      - 5.1.1.1- RESUMEN DE ESTADO
    - 5.1.2- EXTRACCIÓN DE INSTALACIONES ACTUALES
      - 5.1.2.1- POZO A
      - 5.1.2.2- POZO B
      - 5.1.2.3- DISCUSIÓN DE LO OBSERVADO EN CAMPO
    - 5.1.3- MEDICIÓN DE NIVEL ESTÁTICO Y PROFUNDIDAD DEL POZO
    - 5.1.4- VIDEOINSPECCIÓN
      - 5.1.4.1- RESUMEN DE LOS DATOS OBTENIDOS
  - 5.2- REHABILITACIÓN DEL POZO
    - 5.2.1- LIMPIEZA
      - 5.2.1.2- DATOS OBTENIDOS
    - 5.2.2- COLOCACIÓN INSTALACIONES NUEVAS
      - 5.2.2.1- RESUMEN INSTALACIONES FINALES
    - 5.2.3- DESARROLLO
    - 5.2.4- ENSAYOS DE BOMBEO
      - 5.2.4.1- DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS
    - 5.2.5- CALIDAD DEL AGUA
      - 5.2.5.1- TRABAJO DE CAMPO
      - 5.2.5.2- RESULTADOS OBTENIDOS
      - 5.2.5.3- EVALUACIÓN DE LOS RESULTADOS OBTENIDOS
      - 5.2.5.4- DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS
    - 5.2.6- ARMADO DE PUENTE
    - 5.2.7- DESINFECCIÓN
    - 5.2.8- TERMINACIÓN DE POZO
      - 5.2.8.1- VISTA INSTALACIÓN FINAL POZO A
      - 5.2.8.2- VISTA INSTALACIÓN FINAL POZO B
  - 5.3- HABILITACIÓN DE CONEXIÓN DE POZOS
    - 5.3.1- RESUMEN DE REQUERIMIENTOS
- 6- CONCLUSIONES
- 7-RECOMENDACIONES
- 8- AGRADECIMIENTOS
- 9-BIBLIOGRAFÍA
- 10- ANEXOS

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 4.1. Mapa de ubicación del Yacimiento Manantiales Behr y detalle de los pozos productores de agua.

Figura 4.2. Cuadro Cronoestratigráfico de las unidades de la CGSJ. (Se incluye litología y comportamiento hidrodinámico).

Figura 4.3. Mapa Geomorfológico del sector Sureste de la provincia del Chubut,

Figura 4.4. Clasificación Climática según Köppen.

Figura 4.5. Histograma de temperaturas mensuales Comodoro Rivadavia.

Figura 4.6. Histograma de las precipitaciones medias mensuales.

Figura 4.6. Mapa de las precipitaciones medias mensuales. Modificado de "Argentina 200 años 200 suelos".

Figura 4.7. Gráfico de araña mostrando la dirección predominante del viento local.

Figura 4.8: Cuadro de intensidades de viento y años de ocurrencia.

Figura 4.9. Características principales de los suelos de la región.

Figura 4.10. Mapa de órdenes de suelos (Cruzate y Moscatelli, 2009). Modificado de "Argentina 200 años 200 suelos".

Figura 4.11. Corte esquemático donde se observa recarga y flujo subterráneo de las aguas.

Figura 4.12. Correlación esquemática para la identificación de los depósitos de la Fm. Cheque que componen parte del Acuífero Multiunitario Superior.

Figura 4.13. Mapa equipotencial del sector Sudeste de la provincia de Chubut.

Figura 4.14. Cuadro Hidroestratigráfico.

Figura 4.15. Diagrama de Piper.

Figura 4.16. Acuífero confinado, mostrando pozos artesianos y surgentes.

Figura 4.17. Cono de depresión y magnitudes empleadas usualmente en ensayos de bombeo.

Figura 4.19. Variación del nivel de agua en un pozo y piezómetros como consecuencia de un bombeo.

Figura 4.20. Componentes de un pozo de agua.

Figura 5.1. Detalle pozo A. Fuente: antecedentes DGAA.

Figura 5.2. Detalle pozo B. Fuente: antecedentes DGAA.

Figura 5.3. Según los apuntes de Weinzettel, Pablo, valores de K y T.

Figura 5.4. Valores de coeficiente de almacenamiento.

Figura 5.5. Diagrama de Piper. Elaborado por el programa Easy- Quim.

Figura 5.6. Esquema general de puente de producción.

Figura 7.1. Esquema idealizado de áreas de captura y perímetros según el tiempo de tránsito alrededor de un pozo de producción.

## **ÍNDICE DE TABLAS**

Tabla 4.1. Valores medios anuales de temperatura.

Tabla 4.2. Valores máximos, mínimos y medios de temperatura de Comodoro Rivadavia.

Tabla 4.3. Precipitaciones medias mensuales.

Tabla 5.1 Datos históricos pozo A.

Tabla 5.2. Datos históricos pozo B.

Tabla 5.3. Resumen datos obtenidos de nivel estático y profundidad del pozo.

Tabla 5.4. Resumen instalaciones finales instaladas en el pozo A y B.

Tabla 5.5. Resumen datos obtenidos ensayos de bombeo pozo A.

Tabla 5.6 Resumen datos obtenidos ensayos de bombeo pozo B.

Tabla 5.7. Datos obtenidos durante el ensayo pozo A.

Tabla 5.8. Datos obtenidos durante el ensayo pozo B.

Tabla 5.9- Detalle envases utilizados.

Tabla 5.10. Resultados calidad y valores máximos permitidos en aguas para consumo humano y aguas subterráneas según el Código Alimentario Argentino.

Tabla 5.11. Resultados del contenido de cationes y aniones en los pozos A y B en miliequivalentes por litro.

## **ÍNDICE DE IMÁGENES**

Imagen 5.1. Vista general Pozo A.

Imagen 5.2. Vista general Pozo B.

Imagen 5.3. Vista del equipo torre.

Imagen 5.4. Estado visual de las cañerías removidas del pozo A. Se observan incrustaciones.

Imagen 5.5. Estado visual de las cañerías removidas del pozo A. Se observan incrustaciones.

Imagen 5.6. Estado visual de las cañerías removidas del pozo A. Se observan incrustaciones.

Imagen 5.7 y 5.8. Vista general de las cañerías removidas en el pozo B.

Imagen 5.9. Vista del revestimiento interior de PEAD-80.

Imagen 5.10. Cámara Laval Undergrond Surveys R Cam 1000.

Imagen 5.11. Tareas de descenso de cámara durante la videoinspección.

Imagen 5.12. Vista del interior del pozo A.

Imagen 5.13. Vista del primer tramo de filtro sumergido. Se observan zonas obstruidas con incrustaciones en el pozo A.

Imagen 5.14. Vista del estado del casing del pozo B. en tramo sumergido.

Imagen 5.15. En el pozo B se observa a 80 m.b.n.br. turbiedad elevada.

Imagen 5.16. Cepillos con pelos de acero.

Imagen 5.17. Cepillo de poliamida.

Imagen 5.18. Puente provisorio para ensayos hidráulicos.

Imagen 5.19. Vista general final del pozo A.

Imagen 5.20. Vista general final del pozo B.

## 1- INTRODUCCIÓN

El 90 % del agua suministrada a la localidad de Comodoro Rivadavia proviene del Lago Musters ubicado a 160 km de distancia en la ciudad de Sarmiento. El acueducto, además provee en su camino por bifurcación a las localidades de Caleta Olivia (provincia de Santa Cruz) y Rada Tilly (provincia del Chubut). Dicho acueducto debe sortear en el camino, diferencias topográficas y conexiones informales, a esta situación se le agrega la falta de inversión del estado, por lo que es recurrente los cortes de agua por roturas del mismo, además está decir, que el agua suministrada no alcanza para dotar a las tres ciudades. Existe una obra de repotenciación de dicho acueducto pero hace años que la población espera su culminación.

Ante esta situación el municipio de Comodoro Rivadavia ha determinado realizar una serie de acciones para aumentar el abastecimiento de agua a la ciudad con recursos propios. Estas acciones conllevan medidas a corto y largo plazo, las de largo plazo consisten en evaluar la aptitud de los acuíferos cercanos y a corto plazo poner en funcionamiento una batería de pozos de captación de agua que estaban fuera de servicio, ubicados en el yacimiento Manantiales Behr.

El agua subterránea es un recurso natural vital para el suministro económico y seguro de agua potable en el medio urbano y rural, y juega un papel fundamental (pero frecuentemente poco apreciado) en el bienestar del ser humano y de muchos ecosistemas acuáticos.

La Guía de protección de la calidad del agua subterránea del Banco Mundial (Foster, 2003) menciona que los recursos hídricos subterráneos han sido abandonados en el pasado a su suerte y con frecuencia quienes dependen de estos recursos para el suministro de agua potable no han adoptado acción significativa alguna para asegurar la calidad natural del agua, ni han realizado esfuerzos adecuados para evaluar los peligros potenciales de contaminación.

Es la *primera* vez en la historia del yacimiento que el estado decide intervenir de esta manera los pozos, donde no solo se busca aumento de producción sino obtener los datos necesarios para aumentar el conocimiento del mismo, estableciendo medidas de protección para el acuífero y las instalaciones, el

documento a elaborar en este informe pretende ser una herramienta para la toma de decisión futura por parte del estado.

En el presente trabajo se desarrollan las tareas de intervención de dos pozos de captación de agua, desde las operaciones de limpieza física y química, videoinspecciones, desarrollo, ensayos hidráulicos, desinfecciones, y evaluación de la calidad y cantidad de agua a extraer como así también la evaluación de los parámetros de protección del acuífero.

## **2- RESUMEN**

El objetivo del presente es la evaluación de las tareas de intervención de dos pozos de captación de agua que se encontraban fuera de servicio. Los pozos seleccionados forman parte de una batería de pozos que aportan agua para consumo humano a la ciudad de Comodoro Rivadavia. Los pozos fueron construidos hace más de 70 años, los mismos han tenido tareas de recambio de bombas, pero nunca se les ha realizado limpieza ni verificación del estado de las instalaciones. El pozo A desde el 2017 está fuera de servicio y el pozo B desde el año 2009, si bien este último fue intervenido en el año 2014, no lograron ponerlo en producción, desconociendo el motivo.

Primero se relevaron los antecedentes de estudios realizados por diferentes profesionales referentes en la materia y en el estudio del acuífero y los legajos de pozos, para conocer el historial de los pozos, luego se realizaron las tareas de diagnóstico, georreferenciación, rehabilitación, ensayos, muestreos de agua, desinfección y armado de instalaciones finales. Para culminar las tareas se redactaron los documentos técnicos que autorizan su conexión al sistema general de distribución de agua. En las disposiciones de autorización se establecieron los requerimientos y plazos de cumplimiento para mantener la autorización de conexión.

Las aguas son bicarbonatadas sódicas y su calidad cumple con el Código Alimentario Argentino.

Los requerimientos realizados al concesionario están relacionados con la protección y monitoreo del recurso.

Para finalizar se realizan una serie de recomendaciones para futuras intervenciones que están relacionadas a la empresa contratista y a la forma de trabajo (tiempos, registros de campo, presentación de la información) lo que permite a la autoridad de aplicación mantener legajos de pozos con todo el historial de los mismos.

### **3- OBJETIVOS**

#### **3.1- Objetivo general**

- A través de la evaluación de las tareas de intervención de 2 pozos de captación a refuncionalizar, generar un documento de recomendaciones operativas y de control que sirva de antecedente para futuras intervenciones y tendientes al uso sustentable del recurso hídrico.

#### **3.2- Objetivos específicos**

- Verificar que se cumpla lo normado en la resolución 3443/14 que establece la Guía de lineamientos básicos para la incorporación de aguas subterráneas al sistema de abastecimiento de la ciudad de Comodoro Rivadavia.
- Documentar la intervención realizada, realizando una evaluación de aspectos técnico-operativos, ambientales y sociales
- Redactar recomendaciones para futuras intervenciones

### **4- MARCO TEÓRICO**

#### **4.1- Sitio de estudio**

La zona de Manantiales Behr se encuentra ubicada al noroeste de la ciudad de

Comodoro Rivadavia, a una distancia de 30 kilometros aproximadamente. Se accede por Ruta Nacional N° 3, recorriendo unos 18 km. hacia el norte desde el casco centrico de la ciudad, donde intersecta a la Ruta Provincial N° 36 avanzando 14 km. hacia el oeste, por camino de ripio consolidado, en el departamento Escalante, provincia del Chubut.

La superficie del reservorio en explotaci3n es de unos 100 km<sup>2</sup>, entre las coordenadas Gauss Kruger 4.937.100 y 4.945.300 de S a N y 2.594.300 y 2.606.600 de O a E. En esta zona se encuentra el Yacimiento petrolifero Manantiales Behr, actualmente explotado por YPF S.A. (Yacimiento Petroliferos Fiscales S.A. y CAPSA (Compaas Asociadas Petroleras S.A.)



Figura 4.1. Mapa de ubicaci3n del Yacimiento Manantiales Behr y detalle de los pozos productores de agua.

## 4.2- Geología Regional

La extensión total de la Cuenca del Golfo San Jorge es de unos 200.000 km<sup>2</sup>, de los cuales un 65% se desarrollan en el continente y el resto en el mar. De la superficie mencionada, aproximadamente 70.000 km<sup>2</sup> poseen interés petrolero. El máximo espesor sedimentario es del orden de 7.000 m y coincide con el mayor engolfamiento dentro del continente, aproximadamente en el límite entre Chubut y Santa Cruz. Resalta en este ambiente sedimentario, la notoria diferencia de espesor entre las unidades de interés hidrogeológico (Formaciones Chenque y Santa Cruz) que ocupan los primeros 350 a 400 m del perfil y las restantes, más profundas, de interés hidrocarburífero.

En el presente trabajo se realiza una síntesis de la estratigrafía Cenozoica describiendo únicamente las unidades de interés hidrogeológico.

### Rodados Tehuelches (Plioceno superior-Pleistoceno)

Alcanzan su mayor desarrollo en el sureste de la Hoja, en los niveles de mayor cota de la Pampa del Castillo, aunque existen escalones de menor cota que presentan este tipo de litología. Las planicies, en el momento que fueron cubiertas por los “Rodados Patagónicos” ocupaban zonas estructurales y topográficamente bajas (Césari et al, 1986). Los mismos autores consideran que son depósitos fluvioglaciales (outwash) vinculados con períodos glaciales que afectaron principalmente a la cordillera de los Andes y el manto de gravas fue originado por una gran erosión fluvial relacionada con el deshielo. Presentan un paleoflujo con dirección hacia el NE siguiendo la pendiente regional de esa época, disminuyendo los tamaños de los clastos. La topografía actual se encuentra invertida, debido a que este manto de gravas ha actuado como protección a los agentes erosivos, lo que es un rasgo común en las provincias de Chubut y Santa Cruz. Estos depósitos están constituidos por gravas, principalmente volcánicas, que han estado expuestas durante mucho tiempo a la acción eólica y llegan a tener de 2 a 20 metros de potencia frecuentemente. Existen diferencias entre los depósitos en cuanto a la meteorización de los clastos, los porcentajes de cemento calcáreo y la presencia de una matriz limoarcillosa superficial. El cemento calcáreo y la matriz limoarenosa que se encuentra rellenando los espacios de los depósitos de grava disminuyen progresivamente la permeabilidad de los mismos. El

diámetro promedio de los clastos va disminuyendo desde la zona de mayores cotas topográficas hacia la costa (Césari et al, 1993).

#### Formación Santa Cruz (Mioceno)

Son depósitos continentales que afloran en las partes altas de la Pampa del Castillo, alcanzando mayor extensión hacia el este, con un espesor de 200 metros. Está constituida por sedimentos epiclásticos predominantes y piroclásticos subordinados. Las areniscas son grises y amarillentas, finas a gruesas, alternando con conglomerados macizos y entrecruzados, intercalan sedimentitas finas.

Esta sedimentación se produce luego de un progresivo retroceso del mar atlántico.

Comienza con depósitos de estuarios controlados por mareas que interactúan con dunas eólicas, lluvias de cenizas y cursos fluviales en amplias llanuras y pequeñas lagunas, relacionados con planicies costeras. El ambiente era húmedo con algunos intervalos de interduna con desarrollo de suelos con intervalos de ambiente seco.

Esta formación es más permeable que la subyacente, ya que presenta menos material fino intersticial dentro de la misma.

#### Formación Chenque (Oligoceno-Mioceno)

Esta formación está constituida por areniscas amarillentas verdosas a gris amarillentas, medianas, macizas, pelitas y coquinas de origen marino. Forma una secuencia granocreciente que llegando a alcanzar los 500 metros de columna sedimentaria en la zona central de la cuenca. Se considera que las sedimentitas de ésta unidad representan un depósito infralitoral de poca profundidad de agua. Existe una progresiva disminución del espesor de los estratos con el aumento de la granulometría indicando una lenta regresión. La energía del medio se considera elevada debido a la existencia de coquinas y areniscas. El contacto entre la formación Patagonia y la formación Sarmiento es de forma neta y en algunas ocasiones se presenta de forma transicional.

Esta formación presenta los mejores afloramientos terciarios de la Cuenca del Golfo San Jorge. Se encuentra compuesta por 2 secciones bien diferenciadas litológicamente. La inferior, de unos 60 m de espesor, es predominantemente arcillosa y por ende de baja permeabilidad. La superior, de composición predominantemente arenosa de mayor permeabilidad, contiene a la sección

inferior del acuífero y es el más explotado del ámbito estudiado. Su espesor oscila en la zona entre 100 y 200 m. El carácter discontinuo de las capas arenosas y la intercalación de niveles arcillosos, hacen que la sección del acuífero evolucione de libre en el tramo superior, a semiconfinado, a medida que aumenta la profundidad. El tramo inferior de Fm. Patagonia, que se comporta como acuitardo o acuícludo, limita en profundidad la existencia de agua dulce. Por lo tanto, las unidades hidrogeológicas subyacentes, contienen agua salobre o salada.

Las formaciones subyacentes a Patagonia (Sarmiento, Río Chico, Salamanca, El Trébol, Comodoro Rivadavia, Mina El Carmen y Pozo D-129), contienen aguas de elevada salinidad, por lo que sólo se las emplea reinyectándolas para la recuperación secundaria en la industria petrolera.

|           |             | EIDADES   |             | UNIDADES LITOESTRATIGRÁFICAS | LITOLOGÍA                                    | COMPORTAMIENTO HIDRODINÁMICO          |           |
|-----------|-------------|-----------|-------------|------------------------------|--|---------------------------------------|-----------|
| CENOZOICO | CUATERNARIO | HOLOCENO  |             | Depósitos cuaternarios       | Gravas arenosas con matriz limoarcillosa     | ACUÍFERO MULTIUNITARIO SUPERIOR       |           |
|           |             | PLEISTOC. | Superior    | Rodados Tehuelches           | Gravas y arenas                              |                                       |           |
|           |             |           | Inferior    |                              |  |                                       |           |
|           |             | NEOGENO   | PLIOC.      | Superior                     |  |                                       |           |
|           | MIOCENO     |           | Superior    | Fm. Santa Cruz               | Areniscas con intercalaciones limoarcillosas |                                       |           |
|           |             | Inferior  | Fm. Chenque |                              |  |                                       |           |
|           | TERCIARIO   | PALEOGENO | OLIGOC.     | Superior                     | Fm. Sarmiento                                | Tobas, areniscas tobaceas y arcilitas | ACUITARDO |
|           |             |           |             | Inferior                     |  |                                       |           |
|           |             |           | EOCENO      | Superior                     |  |                                       |           |
|           |             | Medio     |             |                              |  |                                       |           |
|           |             | Inferior  |             |                              |  |                                       |           |
|           |             | PALEOC.   | Thanetiano  | Fm. Río Chico                |  |                                       |           |
| Daniano   |             |           |             |                              |  |                                       |           |
| MESOZOICO | CRETÁCICO   | Superior  |             | Gr. Chubut superior          |  |                                       |           |
|           |             | Inferior  |             | Gr. Chubut inferior          |  |                                       |           |

Figura 4.2. Cuadro Cronoestratigráfico de las unidades de la CGSJ. (Se incluye litología y comportamiento hidrodinámico).

### 4.3- Geomorfología

Las características geomorfológicas de la región estudiada derivan de su constitución geológica (litología y estructura) y del clima imperante en el presente y especialmente en el pasado.

El sector NO del área forma parte del relieve mesetiforme denominado Pampa del Castillo, por encima de 650 msnm, que tiene posición subhorizontal, con una suave pendiente al NE del orden de 0,2 a 0,3%. Coronando la Pampa del Castillo se presenta una secuencia de sedimentos conglomerádicos (Rodados Tehuelches) que caracterizan a buena parte de las mesetas patagónicas. Estos rodados, que suelen estar cementados por  $\text{CO}_3\text{Ca}$ , registran espesores entre 2 y 20 m y su origen fue motivo de discusión (marino, glacial, fluvial, fluvio-glacial), aunque el último es el origen más aceptado.

La topografía de la región estudiada, se caracteriza por un relieve irregular debido a la existencia de numerosos valles, que se orientan de oeste a este. Estos valles, conocidos localmente como cañadones, son el producto de erosión fluvial en épocas pasadas donde el clima era mucho más húmedo que el actual. Los cañadones principales, que se extienden a lo largo de unos 10 Km., estos mismos se ensanchan a medida que descienden a la zona costera, van desde cotas 700 y 500 m hasta unos 150 msnm, con pendientes entre 2 y 3%. La diferencia de altura entre las vaguadas y los interfluvios oscila en 200 m y el ancho entre 2 y 4 Km. Se formaron numerosos cañadones que han sido producto de la gran esorrentía generada por ablación glaciaria que tuvo lugar durante el Cuaternario, la misma generó, además, un diseño superficial de la red de drenaje subdendrítico pobremente integrado que se pierde hacia la costa. El relieve de meseta se desarrolla en lo que se denomina la Pampa del Castillo; el cambio abrupto de pendiente, se produce entre 650 y 700 m; la superficie de erosión hídrica y de remoción en masa, ocupa los interfluvios y las cabeceras de los cañadones; los aluvios, que en general poseen poco espesor, se ubican en las vaguadas de los valles; los pedimentos, representan superficies de erosión de escasa pendiente, que por inversión de relieve constituyen mesetas.

Sobre las pendientes medias y bajas de los faldeos de los cerros se han desarrollado depósitos de coluvio a partir de la meteorización de las facies

arcillosas de la Fm. Patagonia, fácilmente degradables por intemperismo. Asimismo, debido a su alterabilidad, los depósitos tobáceos de la Fm. Sarmiento que afloran en la mitad superior del área han desarrollado paisajes de “bad lands” sobre las pendientes de faldeos de menor elevación.

Se evidencian además los procesos eólicos, participación de mecanismos de remoción en masa como flujos distales, caídas de bloques de coquinas y deslizamientos, que modelaron el paisaje.

Resulta importante señalar que las geoformas ejercen un notorio control en el comportamiento hidrodinámico subterráneo, pues las divisorias superficiales coinciden con las subterráneas y los fondos de valle, con los ámbitos de descarga natural del acuífero. Otros sitios de descarga subterránea natural son los manantiales, que en general coinciden con el contacto entre secciones arenosas y pelíticas de la Formación Chenque.

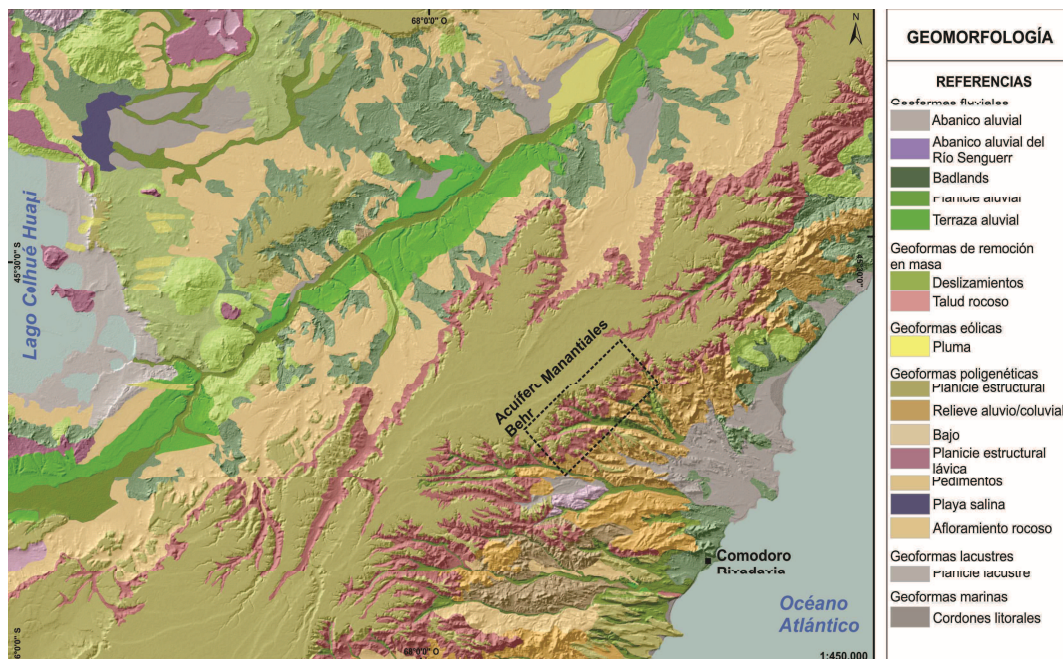


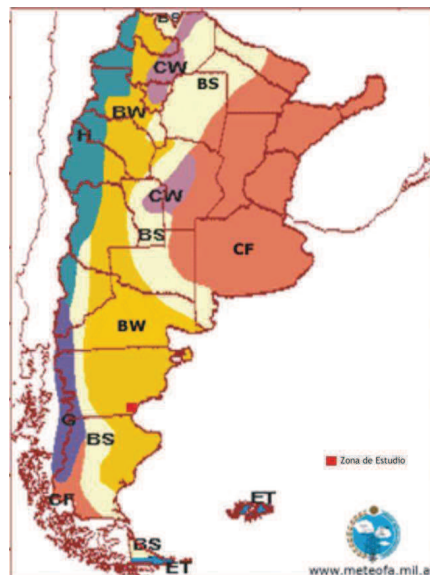
Figura 4.3. . Mapa Geomorfológico del sector Sureste de la provincia del Chubut, donde se observa la ubicación del Yacimiento Manantiales Behr. Modificado de las mapas geomorfológicos Escalante y Comodoro Rivadavia (SEGEMAR).

#### 4.4- Clima

No existe en la zona estudiada ninguna estación meteorológica, por lo que debió recurrirse a los registros de la situada en el Aeropuerto Internacional

General Enrique Mosconi de la localidad de Comodoro Rivadavia, perteneciente al Servicio Meteorológico Nacional, que es la más cercana. Sin embargo, la vecindad con el mar de la estación mencionada y la diferencia de cota topográfica (46 m en la Estación Aeropuerto y entre 200 y 650 m en la región estudiada), hacen que el comportamiento climático sea diferente. (AUGE et al, 2009)

Según lo define el Sistema Meteorológico Nacional el Clima de una región, es caracterizado por un conjunto de valores medios y por los cambios anuales de la temperatura, precipitación y otros elementos. Los tipos de clima son designados frecuentemente por letras, como en la clasificación de Köppen. Según esta clasificación nos encontramos en un clima tipo BW – Clima del desierto lo que se entiende como clima árido desértico donde la evaporación excede a la precipitación media anual. La letra w hace referencia a las precipitaciones las cuales presentan un valor anual inferior a 250 mm.



| CF                                     | CW  | BS                      | BW                    | G  | H   | ET                    |
|--|---|-------------------------|-----------------------|--|---|-----------------------|
| Clima templado con lluvias todo el año | Clima templado con periodo seco en invierno | Clima árido y estepario | Clima árido desértico | Clima de montaña (altitudes inferiores a 3000 m) | Clima de altitud (altitudes superiores a 3000 m ) | Clima nival estepario |

Figura 4.4. Clasificación Climática según Köppen.

#### 4.4.1 Temperatura

De los datos correspondientes al periodo 1956 al 2016 obtenidos de la estación meteorológica de referencia mencionada anteriormente se confeccionaron las siguientes tablas:

| Temperaturas medias anuales (Año 1956 al 2016) |                   |
|--|-------------------|
| Parámetro °C                                   | Valor medio anual |
| Temperatura máxima media                       | 18,42             |
| Temperatura mínima media                       | 7,93              |
| Temperatura media                              | 13,12             |

Tabla 4.1. Valores medios anuales de temperatura.

| Temp °C / Mes | Máxima mensual | Mínima mensual | Media mensual |
|---------------|----------------|----------------|---------------|
| Enero         | 25,81          | 13,35          | 19,58         |
| Febrero       | 24,86          | 12,72          | 18,79         |
| Marzo         | 22,46          | 10,96          | 16,71         |
| Abril         | 18,38          | 8,29           | 13,33         |
| Mayo          | 14,24          | 5,67           | 9,95          |
| Junio         | 11,28          | 3,33           | 7,3           |
| Julio         | 10,74          | 2,74           | 6,74          |
| Agosto        | 12,69          | 3,72           | 8,2           |
| Septiembre    | 15,43          | 5,09           | 10,26         |
| Octubre       | 18,74          | 7,44           | 13,09         |
| Noviembre     | 22,15          | 10,06          | 16,1          |
| Diciembre     | 24,34          | 11,98          | 18,16         |

Tabla 4.2. Valores maximos, minimos y medios de temperatura de Comodoro Rivadavia

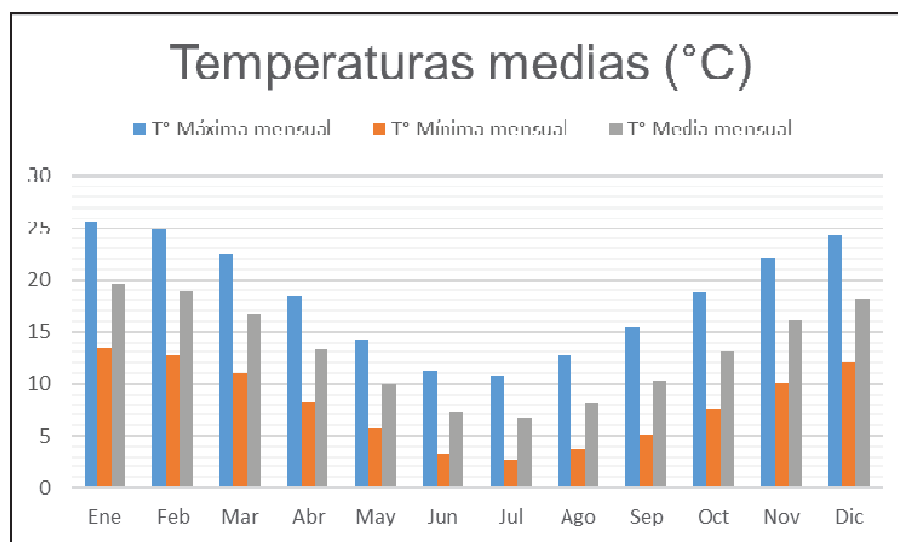


Figura 4.5. Histograma de temperaturas mensuales Comodoro Rivadavia

De las tablas se desprende:

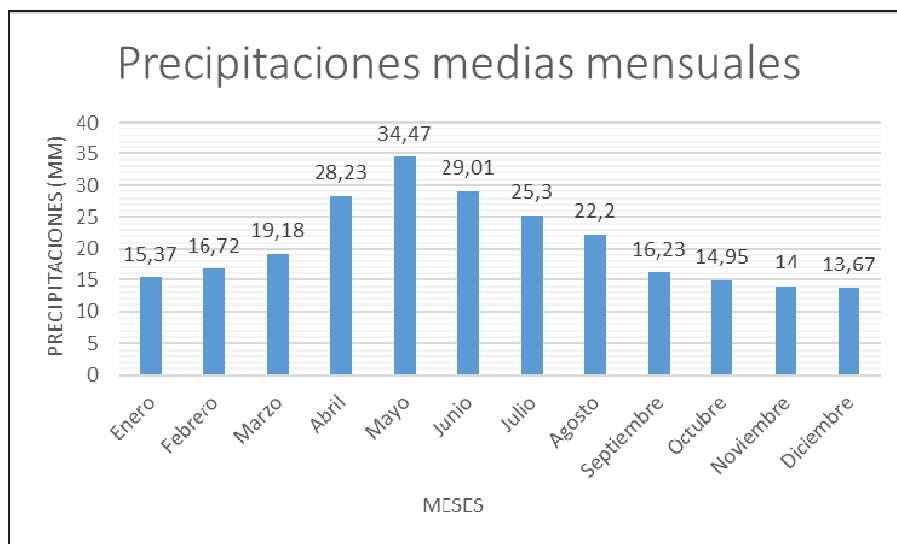
- Los meses más calurosos son diciembre, enero y febrero, con una temperatura máxima media alrededor de los 18,42 °C.
- Las temperaturas más bajas se encuentran en los meses de junio y julio, siendo la temperatura mínima media anual alrededor de los 7,93 °C.
- La temperatura media anual oscila en los 13,18 °C

#### 4.4.2- Régimen de precipitaciones

Respecto de los datos obtenidos referentes a los niveles de precipitación en el periodo 1956 al 2016 se confeccionó la tabla y gráfico siguientes:

| Mes        | Precipitación media mensual (mm). |
|------------|-----------------------------------|
| Enero      | 15,37                             |
| Febrero    | 16,72                             |
| Marzo      | 19,18                             |
| Abril      | 28,23                             |
| Mayo       | 34,47                             |
| Junio      | 29,01                             |
| Julio      | 25,3                              |
| Agosto     | 22,2                              |
| Septiembre | 16,23                             |
| Octubre    | 14,95                             |
| Noviembre  | 14                                |
| Diciembre  | 13,67                             |

Tabla 4.3. Precipitaciones medias mensuales



**Figura 4.6. Histograma de las precipitaciones medias mensuales.**

El promedio de precipitaciones anuales ronda en los 249.33 mm y el promedio mensual de precipitación oscila en los 20,77 mm. El período de mayor precipitación se registrar en invierno, en los meses de mayo, junio y julio, mientras que el período de mayor sequía comprende los meses de verano.

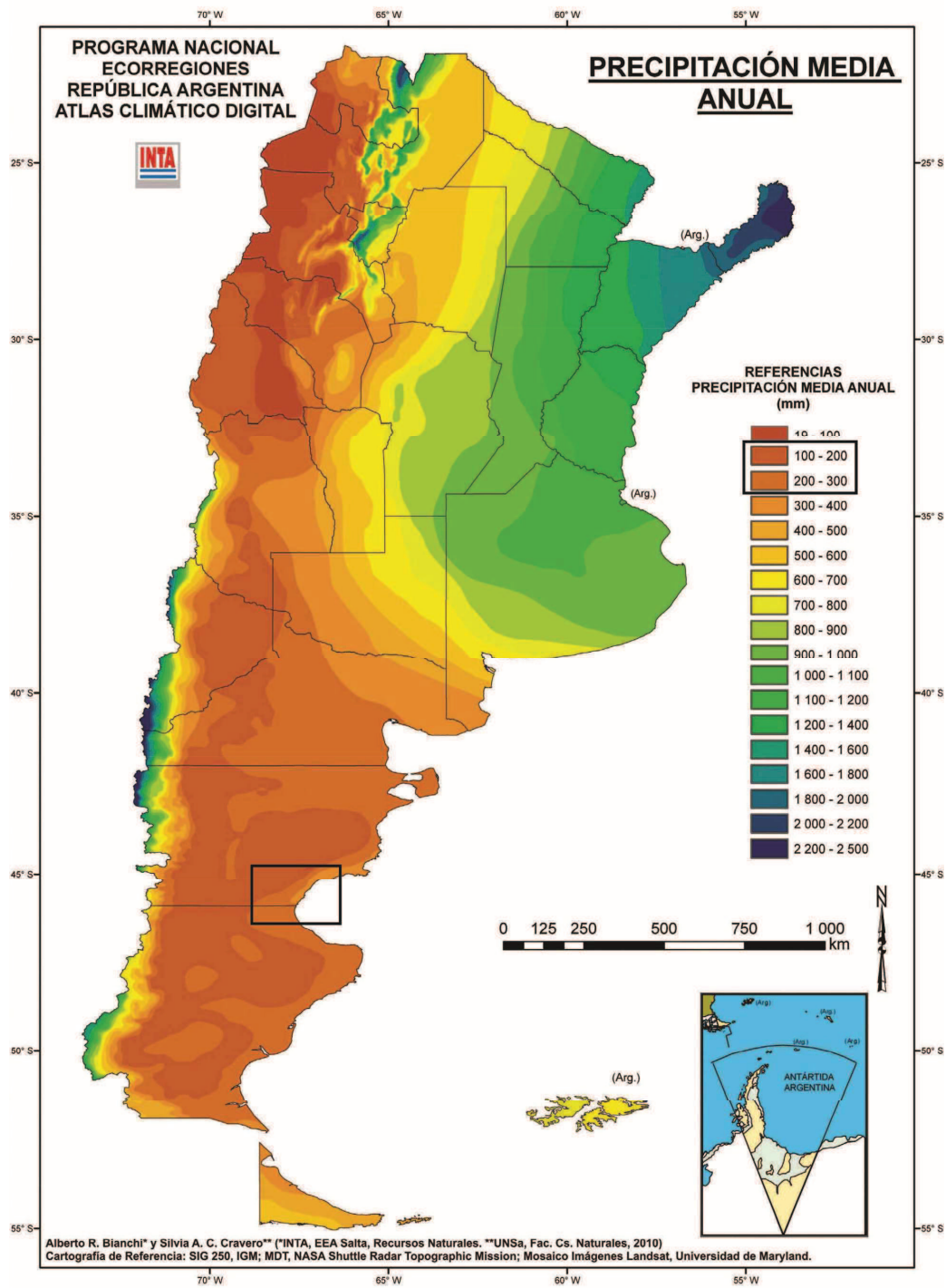


Figura 4.6. Mapa de las precipitaciones medias mensuales. Modificado de “Argentina 200 años 200 suelos”

#### 4.4.3- Vientos

Los vientos predominantes son los procedentes del cuadrante O con una frecuencia media anual de 517/1.000, seguidos de los del NO (109/1.000), las calmas (93/1.000) y los del SO (63/1.000), siendo los menos frecuentes los del SE (30/1.000). En la siguiente tabla se muestran las Frecuencias anuales de direcciones de viento en escala de 1000 (Estación Comodoro Rivadavia).

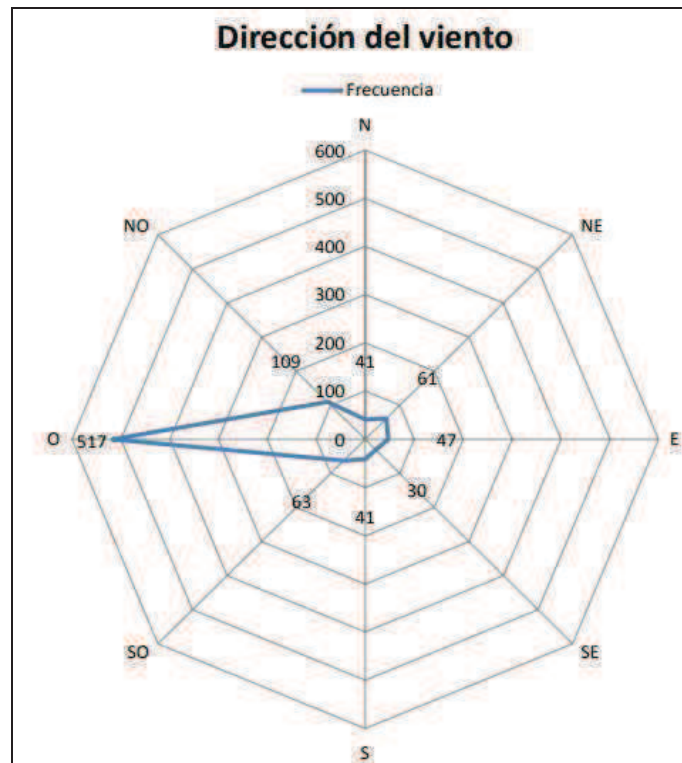


Figura 4.7. Gráfico de araña mostrando la dirección predominante del viento local.

La tabla presentada a continuación corresponde a los valores medios de intensidad de vientos, medidos en Km. /h.

|            | Intensidad del viento(Km/H) | Años considerados | Max. Valor medio | Año de ocurrencia | Min. Valor medio | Año de ocurrencia |
|------------|-----------------------------|-------------------|------------------|-------------------|------------------|-------------------|
| Enero      | 26                          | 10                | 314              | 1997              | 218              | 1992              |
| Febrero    | 22                          | 10                | 256              | 1994              | 173              | 1998              |
| Marzo      | 19                          | 10                | 24               | 1996              | 153              | 1999              |
| Abril      | 20                          | 10                | 234              | 1996              | 143              | 1998              |
| Mayo       | 20                          | 10                | 25               | 1995              | 139              | 1998              |
| Junio      | 18                          | 10                | 216              | 1995              | 133              | 2000              |
| Julio      | 22                          | 10                | 298              | 1998              | 162              | 1994              |
| Agosto     | 22                          | 10                | 258              | 1998              | 191              | 1997              |
| Septiembre | 21                          | 10                | 259              | 1994              | 155              | 1997              |
| Octubre    | 23                          | 10                | 325              | 1992              | 187              | 1993              |
| Noviembre  | 24                          | 10                | 312              | 1996              | 182              | 1992              |
| Diciembre  | 26                          | 10                | 327              | 2000              | 217              | 1997              |

Figura 4.8. Cuadro de intensidades de viento y años de ocurrencia.

#### 4.5- Suelos

En líneas generales los suelos de la región considerada exhiben un moderado a bajo grado de desarrollo pedogenético, entendiendo como desarrollo pedogenético la suma de una serie de características de los suelos entre los cuales se cuentan la profundidad, la diferenciación entre horizontes, el grado de expresión morfológica de las propiedades y la presencia de horizontes diagnósticos. Tal situación responde a una serie de factores, entre los que destaca las características bioclimáticas, la presencia de materiales superficiales gruesos y una activa morfogénesis pasada, lo que actuó en detrimento de los procesos pedogenéticos. De todas formas, se observa en la zona cierto grado de variabilidad espacial de los suelos. Sobre la base de los trabajos de campo y la información generada por el INTA (1989) y Del valle y Coronato (1986) se han reconocido suelos pertenecientes a 3 Ordenes (utilizando la Soil Taxonomy, 1996): Entisoles, Aridisoles y Molisoles, con marcado predominio de los dos primeros. A su vez, se han diferenciado dentro de los mismos 8 Grandes grupos: dentro de Entisoles, Torriortentes, Torriopsamientos y Torrifluventes; dentro de Aridisoles, Calciortides, Haplargides y Solortides y dentro de Molisoles, Calcixeroles y Haploxeroles. La distribución de los mismos se puede observar en el Mapa de Suelos, en el cual se han distinguido seis unidades cartográficas, cada una caracterizada por una específica asociación de suelos. En la Tabla 8 se observan los suelos presentes en la región y su distribución según unidad geomórfica. Predominan los Entisoles, que son suelos de escaso a nulo grado de desarrollo, caracterizados por ser poco profundos y presentar perfiles simples. Generalmente la diferenciación de horizontes en estos suelos es heredada de las características propias de los materiales originarios. Los Torriortentes son importantes en los sectores de pendientes, abanicos aluviales y pedimentos degradados debiendo su presencia a la existencia de materiales originarios gruesos, principalmente gravas y bloques procedentes de la erosión del los Rodados Patagónicos y de la Formación Salamanca. Los Torriopsamientos ocupan sectores más restringidos del paisaje y se encuentran asociados con las acumulaciones eólicas arenosas. Finalmente, los Torrifluventes son dominantes en las planicies aluviales y fajas aluviales de los abanicos

aluviales, encontrándose en consecuencia ampliamente distribuidos. Exhibiendo un mayor grado de desarrollo y relacionados con las características climáticas imperantes, se encuentran los Aridisoles. Los Haplargides son importantes en aquellos sectores de las Terrazas estructurales y pedimentos más estables. Poseen horizonte argílico por debajo de un epipedón ócrico, generalmente con una discontinuidad litológica entre ambos horizontes. Los Calciortides, por el contrario, carecen de horizonte argílico (Bt) pero en su lugar poseen un horizonte cálcico o petrocálcico (K), vinculado a la descarbonatación de la parte superior del perfil. La secuencia de horizontes suele ser A1-AC-Ck y se encuentran en sectores de la Terraza estructural y en los abanicos aluviales. Finalmente, los Salortides deben su presencia a la acumulación de sales en los frecuentes bajos existentes en la zona. Los Molisoles se encuentran ocupando sectores restringidos del paisaje en los cuales las situaciones de excedente hídrico estacional han permitido la formación de un epipedón mólico, horizonte A1 con más del 1% de contenido de materia orgánica. Son Calcixeroles o Haploxeroles según tengan o no debajo del mólico un horizonte cálcico. También es frecuente la presencia de Ardisoles con intergrados Molisoles (presencia de subgrupos xerólicos). Los Molisoles aparecen en los sectores marginales orientales de la Pampa de Salamanca, donde la influencia del mar se hace sentir en la existencia de condiciones algo más húmedas. En general los suelos de la región son poco fértiles y poco estables frente a la existencia de procesos degradativos. En particular los Entisoles son muy poco resistentes, seguido de los Molisoles y los Aridisoles. Los suelos que poseen horizontes impermeables o poco permeables en profundidad (argílicos y petrocálcicos) presentan elevada susceptibilidad a la contaminación en la parte superior de los perfiles. Asimismo, los horizontes argílicos poseen mayor capacidad de incorporación de elementos contaminantes pesados, al incorporarlos al complejo de intercambio. En la siguiente tabla se observan las características salientes de los principales suelos de la región.

| Suelos               | Torriortentes | Haploxeroles | Haplargides | Calciortides | Calcixeroles | Torrifluventes |
|----------------------|---------------|--------------|-------------|--------------|--------------|----------------|
| Espesor              | Variable      | Moderado     | Moderado    | Moderado     | Moderado     | Bajo           |
| Cont. Mat. Orgánica  | Bajo          | Moderado     | Bajo        | Bajo         | Moderado     | Bajo           |
| C.I.C                | Baja          | Media        | Media       | Baja         | Baja         | Baja           |
| Textura sup. Subsup  | GA/A          | AF/F         | A/G         | A/G          | AF/G         | Variable       |
| CO3Ca                | No            | No           | No          | Si           | Si           | No             |
| Grado (Desarrollo)   | Muy bajo      | Moderado     | Moderado    | Moderado     | Moderado     | Muy bajo       |
| Sus. Erosión         | Muy alta      | Alta         | Moderado    | Alta         | Alta         | Muy alta       |
| Fertilidad (Aptitud) | Baja          | Moderada     | Baja        | Baja         | Moderada     | Muy baja       |

Figura 4.9. Características principales de los suelos de la región.

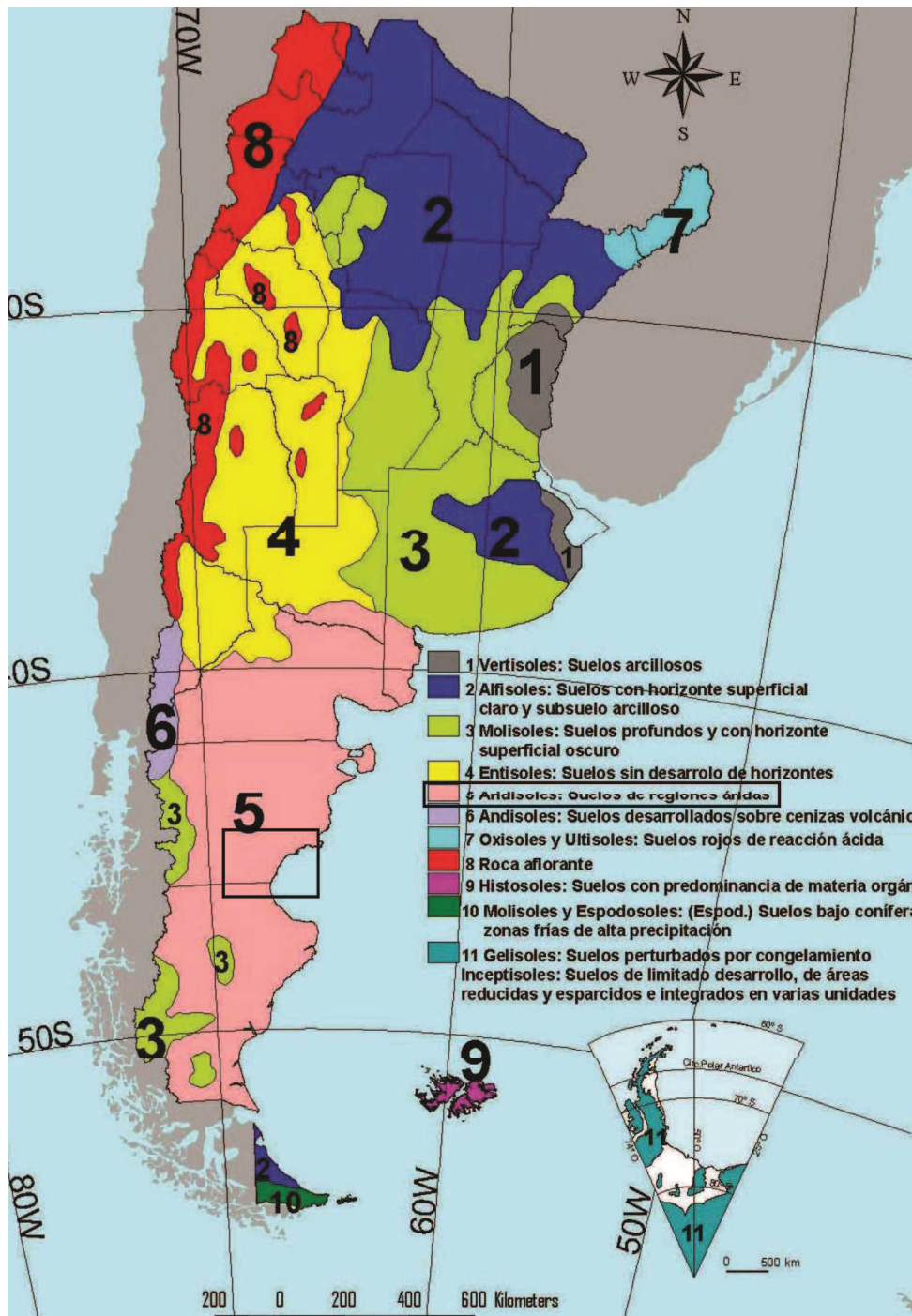


Figura 4.10. Mapa de órdenes de suelos (Cruzate y Moscatelli, 2009). Modificado de “Argentina 200 años 200 suelos”

#### 4.6- Flora:

La vegetación de esta unidad incluye dos tipos fisonómicos principales (Cabrera 1976; León et al. 1998). En las laderas de las mesetas que se

orientan al Golfo San Jorge se encuentran estepas arbustivas altas dominadas por *Colliguaja integerrima*. Estas estepas alcanzan los 80 cm de altura si los arbustos acompañantes son *Senecio filaginoides*, *Grindelia chilensis*, *Baccharis darwinii*, *Nassauvia ulicina* y los pastos *Pappostipa humilis*, *Poa lanuginosa*, *Poa ligularis* o *Festuca argentina*. Otras estepas arbustivas alcanzan los 2 m de altura si los arbustos que acompañan a *Colliguaja integerrima* son *Retanilla patagónica* o *Acantholippia seriphioides*, y en un estrato más bajo *Acaena platyacantha*, *Senecio bracteolatus*, *Festuca argentina*, *Jarava neaei*, *Phacelia secunda* o el arbusto rastrero *Larrea ameghinoi*. Por otro lado, en las áreas planas y elevadas de las mesetas aparecen estepas de gramíneas con arbustos dispersos, con una cobertura de 80%. Las gramíneas dominantes son *Festuca pallescens*, *Festuca argentina* y *Pappostipa speciosa*, con los arbustos *Senecio filaginoides*, *Nardophyllum bryoides*, *Mulinum spinosum*, *Adesmia volckmannii*, *Junellia thymifolia* y *Acaena platyacantha*, entre otros (León et al.1998; Bertolami et al. 2008)

Los arbustos más comunes dentro del área de estudio son *Colliguaja integerrima* (Duraznillo), *Frankenia Patagónica* (Falso tomillo), *Retanilla patagónica* (Malaspina), *Berberis microphylla* (Calafate), *Schinus johnstonii* (Molle), la gramínea *Poa ligularis* (Coirón poa), el subarbusto *Nassauvia ulicina* (Mancaperro) y *Maihuenopsis darwinii* (Tuna).

Estas especies han mostrado un alto grado de adaptabilidad a las características climáticas y sus formas son en general de hojas duras, espinosas y raíces largas que le permiten alcanzar la humedad del suelo.

#### **4.7- Fauna:**

En términos generales, la fauna de la Patagonia ha sido modificada por las actividades humanas, se ha producido el retroceso numérico de varias especies como el guanaco (*Lama guanicoe*) y el choique (*Pterocnemia pennata*). El número de especies de mamíferos patagónicos continentales es de 76 (Úbeda et al., 1995). Son escasas las especies endémicas de mamíferos. Los dos principales herbívoros nativos son el guanaco (*Lama guanicoe*) y la mara (*Dolichotis patagonum*).

A continuación se enumeran las especies que habitan la región (Ingeo, 2006):

Mamíferos:

zorro colorado (*Dusicyon culpaeus*)  
Zorros gris (*Lycalopex gymnocercus*)  
Huron chico *Lyncodon patagonicus*  
Zorrino patagónico (*Conepatus humboldti*)  
Gato Montés (*Felis geoffroyi*)  
Puma (*Felis concolor*)  
Piche (*Zaedyus pichiy*)  
Peludo (*Chaetophractus villosus*)  
Liebre europea (*Lepus europaeus*)  
Liebre (*Lepus capensis*)  
Mara (*Dolichotis patagonum*)  
Cuis chico (*Microcavia australis*)  
Tucu tucu (*Ctenomys haigi*)  
Ratón común (*Eligmodontia elegans*)  
Ratón de campo (*Akodon xanthorhinus*)  
Guanaco (*Lama guanicoe*)

Reptiles:

Matuasto (*Diplolaemus darwini*)  
Lagartija (*Liolaemus brioni*)  
Lagartija (*Liolaemus melanops*)  
Víbora ciega (*Amphisbaena sp.*)  
Tortuga de tierra (*Geochelone terrestris*)  
Yarará ñata (*Bothrops ammodytoides*).

En cuanto a las aves que pueden ser avistadas en la región, pueden identificarse las siguientes:

Martineta (*Eudromia elegans*).

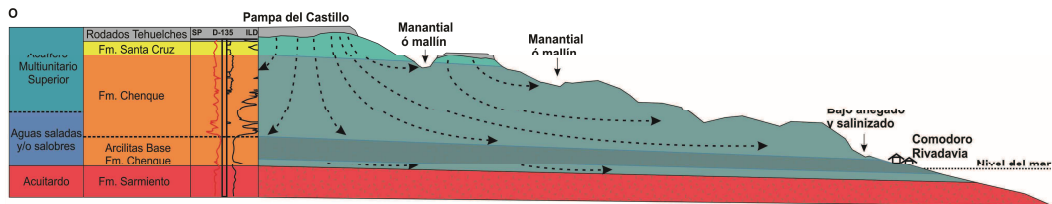
Ñandú petiso o choique (*Pterocnemia pennata*)  
Torcaza (*Zenaida auriculata*)  
Torcacita (*Columbina picui*)  
Macá grande (*Podiceps major*)  
Calandria (*Mimus patagonicus*)  
Chingolo (*Zonotrichia capensis*)  
Golondrina negra (*Progne modesta*)  
Tordo patagónico (*Cunaeus cunaeus*)  
Chimango (*Milvago chimango*),  
Carancho (*Polyborus plancus*),  
Halcón peregrino (*Falco peregrinus*)  
Halcón plumizo (*Falco femoralis*),  
Halconcito colorado (*Falco sparverius*)  
Lechuza de campanario común (*Tyto alba*).

#### **4.8- Geohidrología**

El flujo subterráneo proviene de la descarga del acuífero multiunitario superior (Castrillo et al., 1984), de características regionales, con recarga en la Pampa del Castillo y sentido de escurrimiento desde el Oeste hacia el Este-sureste, en dirección a la costa. El mismo se produce a través de niveles arenolimosos de espesores variables, baja transmisividad y elevado tiempo de tránsito en el medio poroso.

Las aguas circulantes, corresponden a aguas vadosas muertas incorporadas al subsuelo en la última desglaciación, habiendo sido datadas entre 12300 y 12800 años (Grizinik et. Al. 1995). Esto confiere al recurso un carácter no renovable, en términos prácticos de tiempos de explotación humana. El carácter explotable se conserva para las aguas ubicadas por encima de la cota de 300 m.s.n.m. aproximadamente. A medida que se desciende topográficamente, acercándose a la zona de descarga (sobre la franja costera) se incrementa la salinidad como consecuencia de la incorporación de sales en los niveles inferiores de los sedimentos marinos de la Formación Chenque por donde circula.

En cuanto a las aguas, se las puede clasificar como cloruradas a cloro-sulfatadas sódicas, poseen tenores salinos que oscilan entre 2.000 mg/l. para las que ingresan por niveles elevados topográficamente, hasta 120.000 mg/l. para las altamente concentradas en bajos salinizados.



**Figura 4.11: Corte esquemático donde se observa recarga y flujo subterráneo de las aguas. Modificado de Grizinik.**

Los niveles más altos de la pampa del castillo con los depósitos de gravas, son los sectores donde comienza el ciclo de recarga del acuífero multiunitario de la pampa del castillo a 50km de la costa, con una cota máxima de 750 msnm moviéndose el flujo de agua hacia el nivel 0 de mar.

Mayormente el flujo de circulación del agua es hacia el Este, diferenciándose dos tipos de flujos, uno local de corto recorrido con poco tiempo de tránsito y uno regional. El más somero aflora en la zona de cañadones en forma de mallines o de manantiales; En cambio el regional es más profundo y lento su movimiento van migrando hacia la costa, aguas muy viejas datadas con 12.000 años antes del presente del último periodo post glaciar.

La infiltración parcial de las aguas superficiales naturales y de origen antrópico, provoca la incorporación de éstas al escurrimiento subterráneo hacia los fondos de valles y áreas bajas en general. La restricción del flujo en zonas deprimidas localizadas provoca ascenso del nivel freático y procesos de salinización.

La red de drenaje se encuentra conformada por escasos cauces de arroyos temporarios de pequeña magnitud que permanecen secos la mayor parte del año, transportando las aguas colectadas en los cañadones del oeste solo durante las lluvias esporádicas. A las aguas de circulación superficial provenientes de los cañadones del oeste se les suman las de escurrimiento local que fluyen de las zonas altas. Este flujo descarga sobre sectores planos o de salida de cañadones principales donde se registran anegamientos o erosión hídrica localizada.

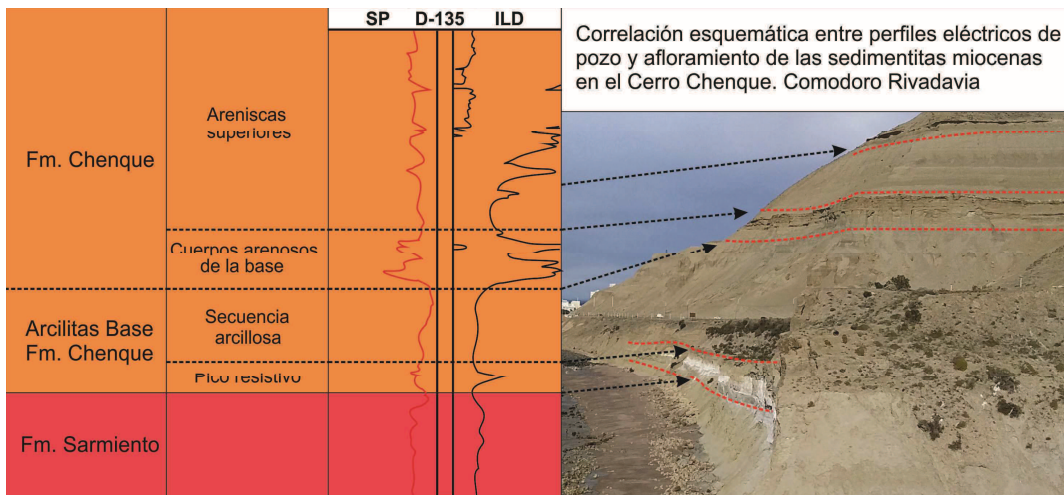


Figura 4.12.. Correlación esquemática para la identificación de los depósitos de la Fm. Cheque que componen parte del Acuífero Multiunitario Superior.



Figura 4.13. Mapa equipotencial del sector Sudeste de la provincia de Chubut: Plano equipotencial, el flujo se concentra principalmente hacia la parte oriental, alimentando los cañadones en las partes más bajas hacia el mar. Modificado de Grizinik.

#### 4.8.1- Aguas superficiales:

Debido a las características climáticas de la región, se denomina estacionaria a la red hídrica, es decir, la red de drenaje es de tipo torrencial, ya que los cursos que la integran solo se activan durante la ocurrencia de las precipitaciones excepcionales o en épocas de mayores precipitaciones (otoño, invierno).

#### 4.8.2- Aguas subterráneas:

El área de estudios se encuentra ubicada en el flanco oriental de la Pampa del Castillo presentando espesores de 300mts aproximadamente de sedimentos acuíferos que conforman el denominado Sistema Acuífero Multiunitario Superior (Castrillo et. al. 1984). Los autores definieron un modelo conceptual constituido por la sección superior de la Formación Río Chico y la Formación Sarmiento que funcionan como acuitardo.

El acuífero multiunitario superior lo constituye un sistema con varias Formaciones productoras de agua de marcada heterogeneidad, pero que funcionan como una unidad hidráulica conectada a nivel regional.

##### Acuífero Manantiales Behr:

En el estudio sobre “Hidrología del acuífero Manantiales Behr, Auge, Simeoni y Rodríguez presentan una descripción del acuífero, la cual se detalla a continuación:

Los Rodados Tehuelches tienen importancia hidrogeológica, porque es por la infiltración a través de los mismos que se produce la recarga del AMB, contenido en las formaciones Patagonia y Santa Cruz. Además, en algunas posiciones



topográficamente favorables, los rodados pueden contener a la sección superior de la capa freática.

En el siguiente cuadro se observa en forma resumida la clasificación hidroestratigráfica de la cual se desprende que los sitios de interés hidrogeológicos estudiados y el comportamiento hidráulico y químico del agua subterránea asociada se hallan restringidos, casi exclusivamente a los tramos sedimentarios pertenecientes al terciario medio y superior. (Hidroar S.A, 2014)

| Litología                            | Hidroestratigrafía       |                   | Geología                     |                      |             |
|--------------------------------------|--------------------------|-------------------|------------------------------|----------------------|-------------|
|                                      |                          |                   | Unidad                       | Edad                 |             |
| Gravas y gravas arenosas             | Acuífero Multiunitario   | Flujo local       | Rodados-depósitos de relleno | Plioceno-Pleistoceno | Cuaternario |
| Areniscas y tobas areno arcillosas   |                          | Flujo subregional | Fm Santa Cruz                | Mioceno              |             |
| areniscas y areniscas limoarcillosas |                          | Flujo regional    | Fm Patagonia                 | Oligoceno            | Terciario   |
| Cineritas, tobas y chonitas          | Sistema acuitardo        |                   | Fm Sarmiento                 | Eoceno               |             |
| Arcillas plásticas                   | Basamento hidrogeológico |                   | Fm Rio Chico                 | Paleoceno            |             |

Figura 4.14. Cuadro Hidroestratigráfico

Complejo de acuíferos superiores: En la zona se desarrollan acuíferos freáticos someros ligados a la presencia los valles y cañadones actuales. Los Niveles Gradacionales Terrazados que constituyen la Pampa del Castillo y los depósitos sobre superficies de pedimentos conforman la zona de recarga de los principales niveles acuíferos. Están conformados por sedimentos gravo-arenosos generalmente con buena porosidad y permeabilidad, salvo en zonas en que la cementación calcárea y presencia de sedimentos finos alóctonos transportados por el viento reducen la capacidad de infiltración, favoreciendo la formación de lagunas. Los acuíferos lenticulares contenidos en las gravas son estacionales, ya que el agua termina por infiltrarse hacia las profundidades. Debajo del nivel de rodados se desarrolla el denominado Acuífero Multiunitario Superior, el cual está compuesto por las Formaciones Santa Cruz (continental) y Chenque (marina) de estructura subhorizontal, con leve inclinación hacia el centro del Golfo San Jorge. La Formación Chenque presenta intercalaciones de pelitas entre los estratos de areniscas, por lo que pasa de un comportamiento libre a semiconfinado en profundidad. Estos estratos conforman los acuíferos más profundos donde se desarrollan los flujos subregionales y regionales, cuya recarga pluvial y nival se produce en las zonas de mayor altura.

#### Acuitardo de Formación Sarmiento y Miembro Basal de Formación Chenque:

Estos acuíferos tienen su basamento hidrológico en las tobas de la Formación Sarmiento y el Miembro Basal de la Fm Chenque, este último compuesto de pelitas de espesores que promedian los 40 a 50 m. En tanto, la Formación Sarmiento no presenta reservorios acuíferos, en los afloramientos visibles ni en los numerosos perfiles geoelectrónicos consultados. Este conjunto se considera, a los fines prácticos, el basamento de las aguas gravitacionales. En la base de la Fm Patagonia se disuelven los cristales de yeso, incorporando sulfatos y otras sales al agua, la que se saliniza al aumentar el tiempo de tránsito lejos de la zona de recarga pasando de aguas bicarbonatadas sódicas a sulfato cloruradas sodicas.

Complejo de acuíferos inferiores: Conformados por la Formación Río Chico, Salamanca y subyacentes, el agua contenida en ellos presenta contenidos salinos elevados y presencia de hidrocarburos asociados de origen natural.

#### **4.9- Marco normativo**

En este ítem se detalla el marco legal que rige para la actividad programada y que sirvió de consulta para la redacción del informe.

##### **4.9.1- Legislación nacional**

Constitución Nacional: Artículos 41, 43 y 124

Artículo 41.- *“Todos los habitantes gozan del derecho a un ambiente sano, equilibrado, apto para el desarrollo humano y para que las actividades productivas satisfagan las necesidades presentes sin comprometer las de las generaciones futuras; y tienen el deber de preservarlo. El daño ambiental generará prioritariamente la obligación de recomponer, según lo establezca la ley.*

*Las autoridades proveerán a la protección de este derecho, a la utilización racional de los recursos naturales, a la preservación del patrimonio natural y cultural y de la diversidad biológica, y a la información y educación ambientales...*

*Corresponde a la Nación dictar las normas que contengan los presupuestos mínimos de protección, y a las provincias, las necesarias para complementarlas, sin que aquéllas alteren las jurisdicciones locales.”...*

*Artículo 43.-“Toda persona puede interponer acción expedita y rápida de amparo, siempre que no exista otro medio judicial más idóneo, contra todo acto u omisión de autoridades públicas o de particulares, que en forma actual o inminente lesione, restrinja, altere o amenace, con arbitrariedad o ilegalidad manifiesta, derechos y garantías reconocidos por esta Constitución, un tratado o una ley.” ...*

*Artículo 124.- “Las provincias podrán crear regiones para el desarrollo económico y social y establecer órganos con facultades para el cumplimiento de sus fines y podrán también celebrar convenios internacionales en tanto no sean incompatibles con la política exterior de la Nación y no afecten las facultades delegadas al Gobierno federal o el crédito público de la Nación; con conocimiento del Congreso Nacional. ...*

*Corresponde a las provincias el dominio originario de los recursos naturales existentes en su territorio.*

Ley General del Ambiente N° 25.675 y sus decretos

Establece la Política Ambiental Nacional, normando los presupuestos mínimos para el logro de una gestión sustentable y adecuada del ambiente, la preservación y protección de la diversidad biológica y la implementación del desarrollo sustentable.413/02

Ley Régimen de Gestión Ambiental de Aguas N° 25688

Establece los presupuestos mínimos ambientales, para la preservación de las aguas, su aprovechamiento y uso racional.

Ley de Residuos Industriales y Actividades de Servicio N° 25.612

Establece los presupuestos mínimos de protección ambiental sobre la gestión integral de residuos de origen industrial y de actividades de servicio, que sean

generados en todo el territorio nacional y derivados de procesos industriales o de actividades de servicios.

Ley Régimen de libre acceso a la información pública N° 25831

Establece los presupuestos mínimos de protección ambiental para garantizar el derecho de acceso a la información ambiental que se encontrare en poder del Estado, tanto en el ámbito nacional como provincial, municipal y de la Ciudad de Buenos Aires, como así también de entes autárquicos y empresas prestadoras de servicios públicos, sean públicas, privadas o mixtas

Ley de Residuos Peligrosos N° 24.051 y sus decretos

La generación, manipulación, transporte, tratamiento y disposición final de residuos peligrosos quedarán sujetos a las disposiciones de la presente ley, cuando se tratare de residuos generados o ubicados en lugares sometidos a jurisdicción nacional o, aunque ubicados en territorio de una provincia estuvieren destinados al transporte fuera de ella, o cuando, a criterio de la autoridad de aplicación, dichos residuos pudieren afectar a las personas o el ambiente más allá de la frontera de la provincia en que se hubiesen generado, o cuando las medidas higiénicas o de seguridad que a su respecto fuere conveniente disponer, tuvieren una repercusión económica sensible tal, que tornare aconsejable uniformarlas en todo el territorio de la Nación, a fin de garantizar la efectiva competencia de las empresas que debieran soportar la carga de dichas medidas.

#### **4.9.2- Legislación provincia del Chubut**

Ley V N° 67 Constitución de la Provincia del Chubut

La Constitución de la Provincia de Chubut tutela la protección del medio ambiente y regula respecto de los recursos naturales renovables y no renovables en su territorio

Ley XVII N° 53 Código de aguas.

Tiene por objeto el estudio, administración, aprovechamiento, control, conservación y preservación del recurso hídrico del dominio público y privado en el territorio provincial, en función del interés general y cuidando de mantener un adecuado equilibrio con la naturaleza y la armonía con el uso de los demás recursos naturales.

Decreto 216/98

Reglamenta ley XVII N° 53 Código de Aguas.

Ley XVII N° 88 (Antes Ley 5850) Política Hídrica Provincial.

Establece la Política Hídrica y fortalece la gestión institucional del sector hídrico, organizando y regulando los instrumentos para el gobierno, administración, manejo unificado e integral de las aguas superficiales y subterráneas, garantiza la participación directa de los interesados y el fomento de aquellos emprendimientos y actividades calificadas como de interés social.

Decreto 1567/2009 Registro Hidrogeológico provincial

El Ministerio de Ambiente y Control del Desarrollo Sustentable y a la Autoridad de Aguas de la Provincia del Chubut, deben confeccionar, operar y mantener de manera conjunta y coordinada un Registro Hidrogeológico Provincial, de conformidad a lo dispuesto por el inciso c) del artículo 12 del Anexo A de la Ley XVII N° 53, el que constituirá una base de datos hidrogeológica georreferenciada así como las características ambientales del recurso, utilizando para ello toda la información aportada y generada en virtud del presente Decreto o de cualquier otra fuente o normativa.

Ley XI N° 35 Código Ambiental

Tiene por objeto la preservación, conservación, defensa y mejoramiento del ambiente y regula respecto de los recursos naturales renovables y no renovables en su territorio.

#### **4.9.3- Legislación municipio de Comodoro Rivadavia**

Ordenanza N° 8095/04. Política Ambiental

Política ambiental municipal para la preservación, conservación, defensa y mejoramiento del ambiente del municipio de Comodoro Rivadavia

Ordenanza N° 3779/91. Código Ecológico Municipal.

Tiene por objeto la preservación, conservación, defensa y mejoramiento del ambiente y regula respecto de los recursos naturales,  
Declara de Interés Público la preservación, conservación, defensa y mejoramiento del Medio Ambiente. Establece Presupuestos Mínimos, Procedimientos.

Ordenanza 10585/12 ratifica el convenio en el cual, la Provincia del Chubut y la Municipalidad de Comodoro Rivadavia conceden la prestación del servicio de producción de agua subterránea a favor de la Sociedad Cooperativa Popular Limitada por un período de 10 años.

Ordenanza N° 14062/18 Ratifica el convenio marco de colaboración entre la Municipalidad de Comodoro Rivadavia y la Sociedad Cooperativa Popular Limitada para el abastecimiento de agua potable.

Res. 617/12 Reglamenta el artículo 22 de la ordenanza 3779/91. Establece parámetros de control, frecuencias de muestreos y obligaciones que debe cumplir el prestatario del servicio de abastecimiento de agua potable de la ciudad de Comodoro Rivadavia.

Resolución 3748/15 Crea la Dirección de gestión ambiental de aguas, dependiente de la Subsecretaria de Ambiente de la Municipalidad de Comodoro Rivadavia.

Resolución 3443/14 Guía de Lineamientos básicos para la incorporación de aguas subterráneas al sistema de abastecimiento de la ciudad de Comodoro Rivadavia. Establece a la Dirección e Gestión Ambiental de Aguas como autoridad de aplicación municipal para el sistema de captación de agua subterránea.

#### **4.10- Calidad del agua**

En este capítulo se presenta una breve descripción de las sustancias de interés que pueden estar presentes en el agua subterránea y que revisten importancia ya sea para determinar su calidad, aptitud de uso como su posible contaminación.

La calidad química del agua del subsuelo esta considerablemente influenciada por su movimiento relativamente lento a través del suelo. El agua ha sido siempre uno de los mejores solventes conocidos por el hombre. Su grado generalmente lento de percolación a través de la tierra permite que parte de los minerales que forman la corteza terrestre se incorporen a la solución. Estos minerales tienen diferentes grados de disolución en el agua, dependiendo de las condiciones del medio, las cuales pueden variar ampliamente en una región pequeña. Como resultado, puede haber variaciones apreciables en la calidad química del agua del suelo encontrada en regiones de extensión superficial relativamente limitada. (Gibson, U, 1979).

Las sustancias disueltas pueden estar en forma molecular o en forma iónica, pero en las aguas subterráneas la forma iónica es la más importante. Unos cuantos de estos iones se encuentran presentes casi siempre y su forma representa casi la totalidad de los iones disueltos, son los llamados iones mayoritarios y sobre ellos descansa la mayor parte de los aspectos químicos e hidrogeoquímicos. Los iones fundamentales o mayoritarios son:

#### Aniones

Cloruro  $\text{Cl}^-$

Sulfato  $\text{SO}_4^{=}$

Bicarbonato  $\text{CO}_3\text{H}^-$

#### Cationes

Sodio  $\text{Na}^+$

Calcio  $\text{Ca}^{++}$

Magnesio  $\text{Mg}^{++}$

Es frecuente que los aniones nitrato ( $\text{NO}_3^-$ ) y carbonato ( $\text{CO}_3^-$ ) y el catión potasio ( $\text{K}^+$ ) se consideren dentro del grupo de iones fundamentales aun cuando en general su proporción es pequeña. Otras veces se incluye el ion ferroso ( $\text{Fe}^{++}$ ) (Custodio, 2001).

El resto de los iones y sustancias disueltas se encuentran por lo general en cantidades notablemente más pequeñas que los anteriores y se llaman iones menores o componentes minoritarios y su concentración es de aproximadamente 1 % del contenido iónico total. En concentraciones entre 0.01 y 10 ppm encontramos  $\text{NO}_3^-$ ,  $\text{CO}_3^-$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{Fe}^{++}$ ,  $\text{NO}_2^-$ ,  $\text{F}^-$ ,  $\text{NH}_4^+$ ,  $\text{Sr}^{++}$ , etc. y en concentraciones entre 0.0001 y 0.1 ppm suelen estar presente:  $\text{Br}^-$ ,  $\text{S}^{=}$ ,  $\text{PO}_4^{-3}$ ,  $\text{BO}_3\text{H}_2^-$ ,  $\text{NO}_2^-$ ,  $\text{OH}^-$ ,  $\text{I}^-$ ,  $\text{Fe}^{+++}$ ,  $\text{Mn}^{++}$ ,  $\text{H}^+$ ,  $\text{Al}^{+++}$ , etc.

Los elementos traza son aquellos que están presentes por lo general en cantidades difícilmente medibles por medios químicos usuales, como por ejemplo iones metálicos derivados del As, Sb, Cr, Pb, Cu, Zn, Ba, V, Hg, U, etc. Los elementos traza no suelen medirse en análisis habituales, salvo circunstancias especiales. En el caso de estudio, los pozos se encuentran en yacimientos petroleros con más de 100 años de explotación, por lo tanto estos elementos ya se encuentran incluidos en los listados de normativas de control de calidad tanto provinciales como municipales.

A continuación se describe brevemente las características físico-químicas más importantes para el estudio de las aguas subterráneas:

#### 4.10.1- Aniones y sustancias aniónicas:

Cloruro  $Cl^-$  : sales en general muy solubles, estables en disolución y difícilmente precipitables, no se oxida ni se reduce en aguas naturales. Generalmente asociado al ión sodio ( $Na^+$ ). Las aguas dulces poseen entre 10 y 250 ppm de concentración, más de 300 ppm comunican un sabor salado al agua de bebida, pero no es perjudicial para la salud. El agua de mar tiene entre 18.000 y 21.000 ppm.

Sulfato  $SO_4^{2-}$ : sales moderadamente solubles a muy solubles. En medios reductores con abundante materia orgánica puede sufrir una reducción bacteriana a  $S$  o  $S^{2-}$ , pero en general es estable. Concentraciones entre 2 y 150 ppm en aguas dulces, llegando a 5000 ppm en aguas salinas. Toxicidad: las aguas con altas concentraciones no quitan la sed y tiene un sabor poco agradable y amargo. Por sí mismo o si va asociado al Magnesio o al Sodio pueden comunicar propiedades laxantes. Más de algunas centenas de ppm perjudican la resistencia del hormigón y del cemento.

Iones bicarbonato  $CO_3H^-$  y carbonato  $CO_3^{2-}$ : existe una profunda relación entre  $CO_2$  gas,  $CO_2$  disuelto, bicarbonato, carbonato y pH. Estos iones comunican alcalinidad al agua. Se pueden precipitar con mucha facilidad como  $CO_3Ca$ . Concentraciones: el bicarbonato varía entre 50 y 350 ppm en aguas dulces pudiendo llegar a 800 ppm. El agua de mar tiene alrededor de 100 ppm. Las aguas bicarbonatadas sódicas no son buenas para riego, debido a su fijación de sodio en el suelo y genera un medio alcalino. El equilibrio entre  $CO_2$ ,  $CO_3H^-$ ,  $CO_3^{2-}$  y pH es determinante de la corrosividad o incrustabilidad. .

Ion nitrato  $NO_3^-$ : sales muy solubles y difícilmente precipitable. Aunque tiende a ser estable, en medios reductores tiende a pasar a  $N_2$  o  $NH_4^+$  y excepcionalmente a  $NO_2^-$ . La mayoría de los compuestos nitrogenados pasan a nitrato en medio oxidante. Concentraciones: de 0.1 a 10 ppm pero en aguas polucionadas puede llegar a 200 ppm y hasta 1000 ppm. El agua de mar tiene 1 ppm o menos. Toxicidad: en tenores elevados producen cianosis en los niños.

#### 4.10.2- Cationes y sustancias catiónicas:

Ion Sodio  $\text{Na}^+$ : solubilidad muy elevada y difícil de precipitar. Suele ir asociado al ion  $\text{Cl}^-$ . Las aguas naturales con altos contenidos en sodio suelen tener elevados contenidos de flúor. Concentraciones: entre 1 y 150 ppm en aguas dulces aproximadamente. El agua de mar tiene alrededor de 10.000 ppm. Toxicidad: concentraciones elevadas de sodio son perjudiciales para las plantas por reducción de la permeabilidad del suelo.

Ion Potasio  $\text{K}^+$ : solubilidad elevada y difícil de precipitar. Es absorbido por las arcillas en forma muy poco reversible formando parte de su estructura a diferencia del sodio. Por ello las aguas naturales en general tienen menos potasio que sodio. Concentración: Entre 0.1 y 10 ppm en aguas dulces, el agua de mar tiene aproximadamente 400 ppm. No presenta toxicidad.

Ión Calcio  $\text{Ca}^{++}$ : sales moderadamente solubles a muy solubles. Es muy fácil de precipitar como  $\text{CaCO}_3$ . Va muy asociado a los iones bicarbonatos y carbonato, pudiendo precipitar y disolverse al cambiar el pH. Su presencia se asocia a problemas de dureza e incrustaciones. Concentraciones: entre 10 y 250 ppm en aguas dulces, el agua de mar tiene aproximadamente 400 ppm.

Ion magnesio  $\text{Mg}^{++}$ : propiedades similares a la del ion calcio, pero más soluble. Concentraciones entre 1 y 100 ppm en aguas dulces, el agua de mar tiene 1200 ppm. Toxicidad: propiedades laxantes y de sabor amargo si hay unos centenares de ppm. Contribuye a la dureza del agua y con pH elevado puede ser incrustante.

Iones relacionados con el hierro: su química es compleja y puede existir en estado de valencia +2 y +3. La estabilidad de los iones depende del pH, Eh y composición de la solución. Concentraciones:  $\text{Fe}^{++}$  entre 0 y 10 ppm, siendo menos de 0.5 ppm en aguas aireadas. Con pH entre 5 y 8 rara vez llega a 50 ppm. En aguas muy ácidas se puede llegar a 100 ppm. Toxicidad: produce manchas de herrumbre y depósitos orgánicos fangosos siendo molesto para

aguas industriales. Puede originar incrustaciones duras. Más de 5 ppm pueden ser tóxicas para las plantas.

#### **4.10.3- Gases principales disueltos:**

Anhídrido carbónico  $\text{CO}_2$ : es un gas relativamente soluble, y que al hidrolizarse produce ácido carbónico parcialmente disociado. Su papel es muy importante porque determina el comportamiento químico de un agua frente a muchos minerales, tales como la calcita, dolomita, feldespatos, etc. Concentraciones: frecuentemente se sitúa entre 1 y 30 ppm, correspondiendo valores más bajos en aguas en contacto con la atmósfera. Toxicidad: Las aguas con exceso de  $\text{CO}_2$  son agresivas y las que pierden  $\text{CO}_2$  son incrustantes. Aguas con más de 20 ppm de  $\text{CO}_2$  pueden ser agresivas al hormigón.

Oxígeno disuelto: produce un medio oxidante y juega un papel de gran importancia en la solubilización o insolubilización de iones que cambian con facilidad de valencia así como en la actividad de los microorganismos. Se consume con facilidad si existen sustancias oxidables, tales como materia orgánica,  $\text{Fe}^{++}$ ,  $\text{NH}_4^+$ ,  $\text{NO}_2^-$ , etc. Concentraciones: La concentración en saturación de oxígeno es del orden de 10 ppm, la mayoría de las aguas subterráneas tienen entre 0 y 5 ppm. Toxicidad: Su presencia produce corrosividad y su ausencia puede dar origen a malos sabores en el agua (fermentaciones anaeróbicas).

#### **4.10.4- Aniones y sustancias aniónicas menores más importantes**

Fluoruro  $\text{F}^-$ : solubilidad limitada, contribuye ligeramente a la alcalinidad. Concentraciones: entre 0.1 y 1 ppm en aguas dulces a veces hasta 10 ppm. El agua de mar tiene entre 0.6 y 0.7 ppm.

Bromuro  $\text{Br}^-$ : Su comportamiento es similar al ion  $\text{Cl}^-$ . Concentraciones: menos del 0.01 ppm en aguas dulces. El agua de mar tiene 65 ppm.

Iones derivados del Boro: se encuentra disuelto como  $\text{BO}_3\text{H}_3$ , parcialmente disociado a  $\text{BO}_3\text{H}_2^-$ . Contribuye algo a la alcalinidad. Concentraciones: en general menos del 0.1 ppm pero a veces llega hasta 10. El agua de mar tiene 406 ppm en B. Toxicidad: en pequeñas cantidades ya es nocivo para las plantas.

Sulfuro y gas sulfhídrico  $\text{S}^-$  y  $\text{SH}_2$ : fácilmente oxidable a S,  $\text{SO}_3^-$  o  $\text{SO}_4^-$  y pueden ser depositados en el terreno ya que forman muchas sales poco solubles. Son característicos de medios reductores. El  $\text{S}^-$  se hidroliza con facilidad a  $\text{SH}^-$  y  $\text{SH}_2$ , estando en equilibrio con fase gas y el  $\text{SH}_2$  se hidroliza a  $\text{SH}^-$  y  $\text{S}^-$ . Concentraciones: generalmente por debajo de 1 ppm, aunque en aguas de medios reductores con reducción de sulfato, se puede llegar a veces hasta 100 ppm. Toxicidad: comunica muy mal olor, fácilmente detectable incluso a 1 ppm o menos. Es corrosivo, en especial para aleaciones de cobre.

Fosfato  $\text{PO}_4^{-3}$ : sales muy poco solubles, en general precipita como  $(\text{PO}_4)_2\text{Ca}_3$ . Se hidroliza con facilidad y contribuye a la alcalinidad del agua. La presencia de Ca imita su contenido y el  $\text{CO}_2$  disuelto lo favorece. Concentraciones: Entre 0.01 y 1 ppm pudiendo llegar a 10 ppm y excepcionalmente a 50 ppm. Toxicidad: Es esencial en el ciclo vital de los seres vivos, en concentraciones usuales no origina problemas.

#### **4.10.5- Cationes y sustancias catiónicas menores más importantes:**

Ion Manganeso  $\text{Mn}^{+2}$ : Comportamiento similar al hierro, presentando los estados de valencia +2 y +3, además de +4. En general está en forma de  $\text{Mn}^{+2}$  que se oxida fácilmente a  $\text{MnO}_2$ . Puede formar complejos orgánicos estables. Concentraciones: en general por debajo de 0.2 ppm, rara vez por encima de 1 ppm. Toxicidad: Al oxidarse forma ciertas manchas y favorece el crecimiento de ciertas bacterias.

Ion amonio y amoníaco disuelto  $\text{NH}_4^+$  y  $\text{NH}_3$ : son oxidados con gran facilidad a  $\text{N}_2$ ,  $\text{NO}_2^-$  o  $\text{NO}_3^-$  y son fácilmente retenidos por el terreno por cambio de bases.

Se hidrolizan, existiendo un equilibrio entre ambos. En general menos de 0.1 ppm pero en casos excepcionales puede llegar a 400 ppm. El agua de mar tiene entre 0.005 y 0.05 ppm. Toxicidad: En concentraciones usuales no es origen de problemas, pero a concentraciones mayores puede llegar a dar olor amoniacal al agua.

Ion Litio  $\text{Li}^+$ : sales muy solubles, es poco retenido por el terreno. En general es más cedido que retenido en los cambios de bases. Concentraciones: entre 0.001 y 0.5ppm, a veces hasta 1 ppm, pudiendo llegar en algunas salmueras hasta 10 ppm. Toxicidad: en bajas concentraciones no es nocivo ni crea problemas.

Iones derivados del aluminio: Es muy difícil de poner en solución y queda fuertemente retenido en las arcillas. Es fácilmente hidrolizable y anfótero. Solo existe en cantidades importantes como  $\text{Al}^{+2}$  en aguas muy ácidas o como  $\text{Al}_2\text{O}_4^-$  o  $\text{Al}_2\text{O}_4\text{H}^-$  en aguas básicas, en cuyo caso puede producir alcalinidad. Concentraciones: en general entre 0.005 y 0.3 ppm. Toxicidad: en concentraciones normales no presenta problemas.

Componentes minoritarios: El resto de los iones y sustancias disueltas se encuentran por lo general en cantidades notablemente más pequeñas que los anteriores y se los llama iones menores, son aquellos que se encuentran habitualmente formando menos del 1% del contenido iónico total. Estos iones menores, son de interés para la salud humana y el control de la contaminación. Se efectuaron determinaciones de: Bromo (bromato), Cianuro, Zinc, Bario, Manganeso, Plomo, Cadmio, Cromo (cromo total), Mercurio, Arsénico, Hierro, Litio, Aluminio, Antimonio, Boro, Cobre, Plata, Selenio, Sulfuro de hidrógeno, Hidrocarburos totales del petróleo (HTP), grasas y aceites, Hidrocarburos aromáticos volátiles (Benceno, Tolueno, Etilbenceno, m,p-Xilenos, o- Xilenos). También se realizaron determinaciones bacteriológicas de Escherichia Coli. Y Coliformes totales (bacterias coliformes).

#### **4.10.6- Características químicas y fisicoquímicas:**

Conductividad eléctrica: es la capacidad de un agua para conducir electricidad. Aumenta con la temperatura y con el contenido de iones disueltos. Valores: entre 100 y 2000 uS/cm a 18 °C para aguas dulces. El agua de mar tiene alrededor de 45.000 uS/cm.

Turbiedad: dificultad de un agua para transmitir la luz. La turbidez visible reduce la aceptabilidad del agua potable. Si bien la mayoría de las partículas que contribuyen a la turbidez no tienen importancia para la salud (aunque pueden indicar la presencia de contaminantes químicos y microbianos peligrosos), muchos consumidores asocian la turbidez con la seguridad y consideran que el agua turbia no es segura para beber (Guías OMS, 2011).

Residuo seco y total de sales disueltas: El residuo seco es el peso de materiales resultante de evaporar 1 L de agua. El total de sales disueltas mide el peso de todas las sustancias disueltas en el agua, sean o no volátiles.

Alcalinidad: es la capacidad de un agua para neutralizar ácidos. La alcalinidad TAC mide la capacidad hasta pH: 4.5 y la alcalinidad TA hasta pH 8.3. Concentraciones: El valor TAC generalmente está entre 100 y 300 pudiendo a veces estar entre 50 y 500 ppm de  $\text{CO}_3\text{Ca}$ . El agua de mar tiene un TAC de alrededor de 100 ppm  $\text{CO}_3\text{CA}$ .

Dureza: Se denomina dureza a la presencia de compuestos de calcio y de magnesio que se encuentran en solución en el agua potable. Otros iones divalentes, tales como el estroncio, hierro ferroso y manganeso, pueden contribuir a esta dureza, aunque en menor medida. Estos iones suelen estar asociados a aniones, siendo los más comunes el carbonato y sulfato, aunque en algunas aguas naturales, pueden existir cloruros y nitratos de calcio y magnesio.

Los problemas derivados de la presencia de dureza en el agua tienen que ver con su tendencia a la precipitación de carbonato de calcio ( $\text{CaCO}_3$ ), formando incrustaciones en los sistemas de distribución, especialmente si se encuentra a temperatura elevada. Aguas que contienen pequeñas concentraciones de

dureza pueden ser corrosivas para el equipamiento utilizado, dependiendo de su alcalinidad, pH y oxígeno disuelto.

pH: medida de la concentración de ion hidrógeno, expresada como el logaritmo negativo de la concentración molar del ion hidrógeno. Una medida de la concentración de iones hidrógeno en el agua que indica si ésta es ácida o alcalina. Sus valores varían entre 0 y 14, siendo el valor 7 el que indica agua neutra. El valor de pH es importante en el control de la corrosión y en muchos procesos en el tratamiento del agua. (Custodio, 2001).

Parámetros indicadores de contaminación: según la ley nacional N° 24051, el decreto provincial N° 1540/16 y la resolución 3443/14 se desprende el listado de sustancias a controlar que son indicadoras de contaminación, en las mencionadas, se norman los valores máximos permitidos. Teniendo en cuenta que los pozos se ubican en yacimiento de explotación petrolera se analizan los siguientes parámetros:

Metales: Zinc, Bario, Plomo, Cadmio, Cromo, Mercurio, Arsénico, Antimonio, Boro, Cobre, Plata, Selenio.

Hidrocarburos: Hidrocarburos totales de petróleo (HTP), BTEX (Benceno, Tolueno, Etilbenceno, m,p- Xilenos, o- Xilenos).

Bacteriológicos: Coliformes totales y B. Escherichia Coli.

#### **4.11- Clasificación de aguas:**

Las clases de aguas subterráneas se clasifican a fin de informar de forma breve de su composición química o de algunos aspectos de ella, como por ejemplo según su ubicación en ciclo hidrológico, aptitudes para riego, etc. A continuación se detalla las clasificaciones de interés para este estudio:

##### **4.11.1- En función del ciclo hidrológico podemos distinguir:**

Aguas meteóricas: son aguas incluidas en el ciclo del agua en la hidrosfera-litosfera-atmósfera. Una vez infiltradas, son absorbidas por las plantas y transpiradas o evaporadas hacia la atmósfera o zonas de descarga (manantiales, ríos, lagos, etc.).

Aguas fósiles: son aguas atrapadas en el terreno y que permanecen en él durante miles de años, no tienen vinculación con el ciclo hidrológico.

Aguas juveniles o magmáticas: son aguas que provienen de zonas muy profundas que pueden incorporarse al ciclo hidrológico cuando aparecen erupciones volcánicas y géiseres.

Aguas minerales: son aguas de composición química muy variada, pero que se caracterizan por poseer elementos en disolución en cantidad notable o grande, que las aguas vadasas normalmente no poseen.

Aguas saladas y salmueras: En la naturaleza son frecuentes las formaciones que contiene agua salada y salmueras naturales. El origen de las mismas tiene varias hipótesis; en general se aceptó en un principio que se trataba simplemente de aguas marinas mezcladas con otras aguas continentales que las diluían. Sin embargo se puede encontrar aguas subterráneas cuya mineralización supera notablemente a la actual agua marina, para los cuales se debe encontrar otro origen.

#### **4.11.2- En función de la zona donde las aguas subterráneas se encuentran.**

Existen dos tipos:

Aguas edáficas o vadasas: aguas subterráneas que se encuentran en la zona de aireación. Es agua retenida por capilaridad entre las partículas del suelo y es fundamental para el desarrollo vegetativo.

Aguas freáticas: aguas subterráneas que se encuentran en la zona de saturación. Es la primera capa de agua subterránea que se encuentra al realizar una perforación y la más susceptible a la contaminación antrópica.

#### **4.11.3- Clasificaciones simples:**

Por el residuo seco: según la concentración de sólidos totales disueltos (STD)

- Agua dulce: 0 y a 2000 ppm de STD.
- Agua salobre: hasta 5000 ppm STD.
- Agua salada: hasta 40.000 ppm STD.
- Salmuera hasta saturación.

Por la dureza según concentraciones de CaCO<sub>3</sub>:

- Blanda 0 a 50 ppm.
- Algo dura hasta 100 ppm.
- Dura hasta 200 ppm.
- Muy dura hasta saturación.

#### **4.11.4- Clasificación geoquímica por iones dominantes**

El manejo y estudio de análisis químicos puede simplificarse con el empleo de gráficos y diagramas, en especial cuando se trata de hacer comparaciones entre varios análisis de agua de un mismo lugar en épocas diferentes o de distintos lugares. Estas gráficas y diagramas pueden poner en relieve variaciones temporales, variaciones espaciales o bien resaltar relaciones entre los iones de una misma muestra. A continuación se detalla el gráfico utilizado para este estudio.

Diagrama de Piper: diagramas triangulares ideales para representar tres componentes. Los iones representados usualmente son HCO<sub>3</sub><sup>+</sup>, CO<sub>3</sub><sup>=</sup>, SO<sub>4</sub><sup>=</sup>, CL<sup>-</sup> + NO<sub>3</sub><sup>=</sup>, Na<sup>+</sup> K<sup>+</sup>, Ca<sup>+2</sup>, Mg<sup>+2</sup>, son representados en miliequivalentes y

permiten clasificar las aguas según la preponderancia de determinados iones sobre otros. Las aguas geoquímicamente similares quedan agrupadas en áreas bien definidas, según se puede observar en el siguiente esquema:

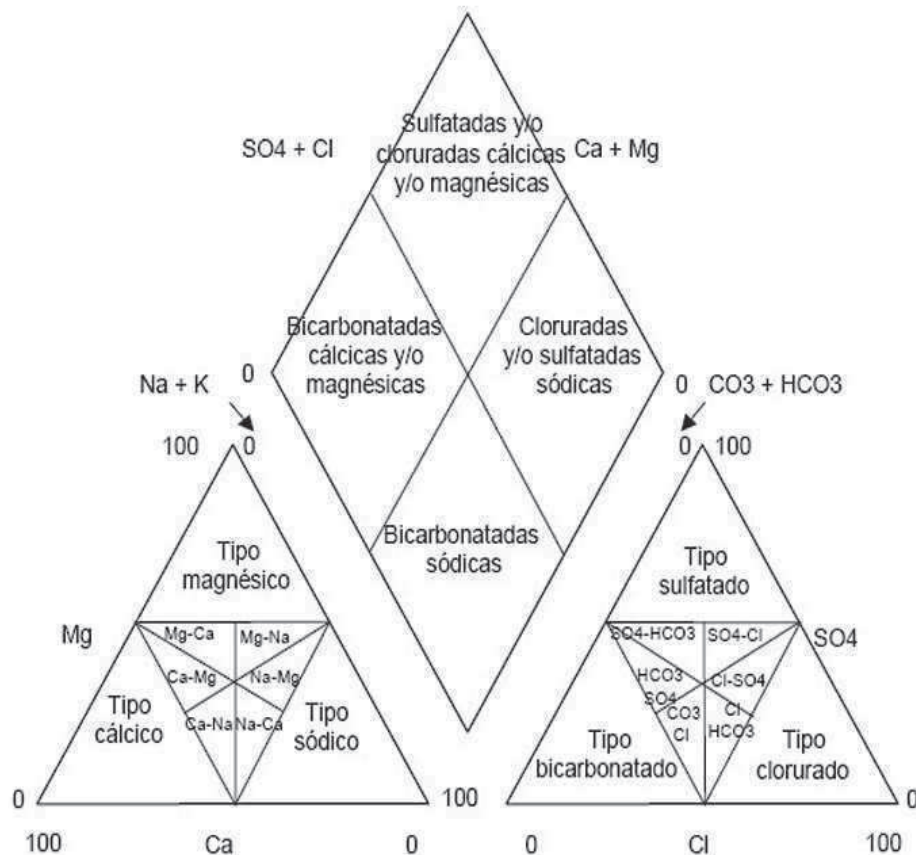


Figura 4.15. Diagrama de Piper

#### 4.12- Hidrogeología- conceptos básicos

Se considera agua subterránea a aquella que circula, movida por las fuerzas gravitatorias, a través de los poros o intersticios de las formaciones geológicas que conforman el subsuelo. Se define como medio de circulación del agua subterránea a aquellos cuerpos de roca que poseen intersticios (poros o fisuras), que permiten el movimiento del agua en el subsuelo. La corteza terrestre está conformada por materiales de constitución muy heterogénea, cuyas características, propiedades y distribución areal deben ser estudiadas para comprender la geología de los yacimientos de aguas de una región (García, 2018). A continuación se describen conceptos necesarios para

continuar con la evaluación objeto del presente estudio, a ser: tipos de acuíferos, los parámetros hidráulicos que permiten su caracterización y los ensayos de bombeo que permiten evaluar su comportamiento.

#### **4.12.1- Acuífero**

Las formaciones geológicas en que se acumula el agua subterránea y que son capaces de cederla reciben el nombre de acuíferos. Los acuíferos sirven como conductos de transmisión y como depósitos de almacenamiento. Como conductos de transmisión, transportan el agua subterránea de las áreas de recarga, hacia lagos, pantanos, manantiales, pozos y otras estructuras de captación. Como depósitos de almacenamiento, los acuíferos actúan suministrando agua de sus reservas para ser utilizadas cuando la extracción exceda a la recarga y, a la vez, almacenando agua durante los períodos en que la recarga resulta mayor que la extracción (García, 2018).

##### **4.12.1.1 Tipos de acuíferos (Custodio, 2001):**

**Acuífero Libre o Freático:** son aquellos en que el agua subterránea presenta una superficie libre, sujeta a la presión atmosférica como límite superior de la zona de saturación. Esta superficie libre se conoce como superficie freática y el nivel a que ella se eleva, respecto a otro de referencia, se llama nivel freático.

**Acuífero Confinado o Cautivo artesianos:** son formaciones geológicas permeables, completamente saturadas de agua, confinadas entre dos capas o estrato impermeable o prácticamente impermeable (una inferior y otro superior). En estos acuíferos el agua está sometida, en general, a una presión mayor que la atmosférica y al perforar un pozo en ellos el agua se eleva por encima de su parte superior (techo) del acuífero hasta un nivel que se denomina nivel piezométrico. La superficie imaginaria que representa la carga piezométrica en los distintos puntos del acuífero se conoce como superficie piezométrica.

Acuíferos Semiconfinados Son acuíferos completamente saturados sometidos a presión que están limitados en su parte superior por una capa semipermeable (acuitardo) y en su parte inferior por una capa impermeable (acuífugo) o también por otro acuitardo. En este tipo de acuífero, la disminución de la carga piezométrica originada por el bombeo, por ejemplo, inducirá un flujo vertical del agua contenida en el acuitardo, que actuará como recarga del acuífero.

Acuitardo: medio poco permeable pero que es capaz de transmitir lentamente agua. Esta limitado al menos por un acuitardo.

Aclucido: medio impermeable a efectos prácticos, aunque no necesariamente seco. Caso de no transmitir ni contener agua se llamaría acuífugo.

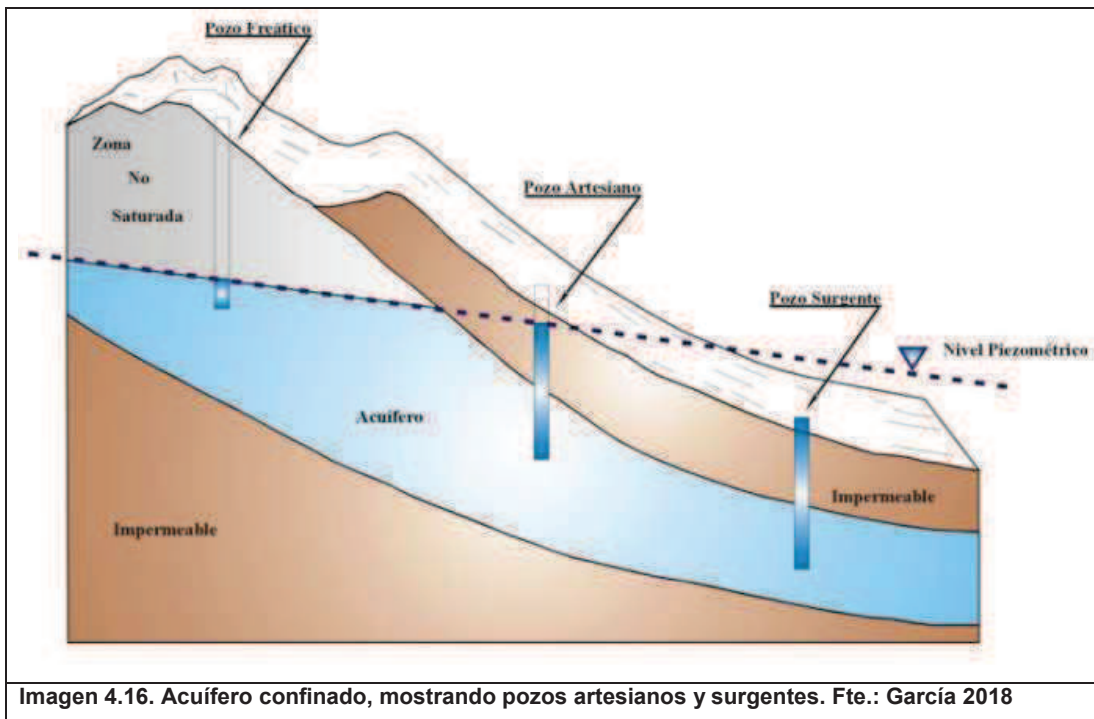


Imagen 4.16. Acuífero confinado, mostrando pozos artesianos y surgentes. Fte.: García 2018

#### **4.12.2- Parámetros hidráulicos de un acuífero (Custodio, 2001)**

Permeabilidad (K) es el flujo de agua que atraviesa una sección unitaria de acuífero, bajo la influencia de un gradiente unitario, a una temperatura dada. Se expresa en metros /día. Indica la facilidad con que un material deja pasar el agua a su través.

Transmisividad (T): es el volumen de agua que atraviesa el espesor de un acuífero de ancho unitario en la unidad de tiempo y bajo la carga de un metro. Es representativa de la capacidad que tiene un acuífero para ceder agua. Es el producto de la permeabilidad por el espesor del acuífero.

$$T=K.b$$

Donde b es el espesor del acuífero.

La permeabilidad es una medida característica de la textura del acuífero pero no representa como la transmisividad las posibilidades de ceder agua.

Coefficiente de almacenamiento (S): Volumen de agua liberado por una columna de agua de acuífero de altura igual al espesor del mismo y de sección unitaria, al disminuir la presión en una unidad.

#### **4.12.3- Ensayos de bombeo (ENOSHA)**

Un ensayo de bombeo puede servir para dos objetivos principales. En primer lugar, se puede hacer para determinar los parámetros hidráulicos de un acuífero, en cuyo caso se le suele llamar un *ensayo de acuífero*, ya que lo estudiado es el acuífero en sí mismo. Proporciona así la información básica necesaria para la solución de problemas regionales y locales relacionados al flujo del agua subterránea. En segundo lugar, un ensayo de bombeo puede dar información sobre el descenso del nivel de agua subterránea en el pozo de bombeo y el caudal específico del mismo, datos que pueden ser utilizados para determinar la eficiencia aproximada y el caudal óptimo de explotación, para

seleccionar el tamaño de la bomba y para estudiar el costo del bombeo. A este tipo de ensayo de bombeo a veces se le llama *ensayo de pozo* ya que se estudia, más que el acuífero, el pozo, o simplemente *ensayo de bombeo*.

En un pozo que tiene sus filtros en el acuífero a estudiar, se bombea agua durante un cierto tiempo y a un cierto caudal. En el pozo bombeado y en algunos piezómetros situados en las cercanías, se mide el efecto que el bombeo produce sobre el nivel de agua subterránea. Sustituyendo en una fórmula apropiada los valores de los descensos del nivel del agua en los piezómetros, las distancias de éstos al pozo y el caudal del bombeo, se obtienen los parámetros hidráulicos del acuífero.

Después de terminar el bombeo, los niveles de agua en el pozo de bombeo y en los de observación comenzarán a subir, en principio hasta su posición original. Estos ascensos se pueden medir y esta parte del ensayo se llama *ensayo de recuperación*.

Cuando, como muchas veces ocurre, el caudal de bombeo no ha sido bien constante, los datos del ensayo de recuperación son más fidedignos que los descensos medidos durante el período de bombeo. Lo mismo vale para el pozo de bombeo en general, donde durante la recuperación los niveles de agua ya no están perturbados por el funcionamiento de la bomba ni afectados por las pérdidas de carga adicionales. Así los datos recogidos durante la fase de recuperación pueden ser usados para comprobar los cálculos basados en los descensos durante la fase anterior.

El procedimiento de un *ensayo de pozo* es más sencillo y económico que el ensayo de acuífero, ya que no se necesitan piezómetros. Únicamente se miden los caudales y las depresiones en el pozo de bombeo durante un *ensayo escalonado*.

#### **4.12.3.1- Ejecución de los Ensayos de Bombeo**

Un ensayo de acuífero comprende típicamente las siguientes etapas:

- Mediciones de control del nivel estático durante uno o más días anteriores al bombeo, para hallar la tendencia previa de las variaciones naturales.
- Breve bombeo de prueba para ajustar los equipos, seguido de recuperación del nivel estático.
- Ensayo a caudal variable en tres a cuatro escalones de 1 hora c/u, hasta el caudal máximo del pozo o por lo menos hasta el de explotación previsto, a fin de determinar los caudales específicos y las pérdidas de carga en el pozo.
- Recuperación, con mediciones de control, del nivel estático al valor previo observado, aunque pueda llevar un día o más.
- Ensayo a caudal constante de duración adecuada al tipo de acuífero para determinar los parámetros hidráulicos del mismo, con un caudal determinado en base al ensayo escalonado.
- Ensayo de recuperación hasta alcanzar la estabilización del nivel de agua, que puede ser diferente al nivel estático previo al ensayo, a fin de corroborar los parámetros hidráulicos y la tendencia natural del nivel de agua.
- Un ensayo de bombeo escalonado tiene por finalidad determinar el rendimiento de pozos de bombeo, es decir la relación entre caudal y depresión, en presencia del flujo turbulento que típicamente existe en esos pozos.

#### **4.12.3.2- Mediciones**

Las mediciones a tomar durante un ensayo se pueden dividir en cuatro grupos:

- Mediciones de control.
- Mediciones del nivel de agua.
- Mediciones del caudal de bombeo.
- Mediciones de la calidad del agua.

#### **4.12.3.3- Duración del Ensayo**

En algunos pozos se producen condiciones de régimen permanente o equilibrio unas pocas horas después de comenzar el bombeo; en otros, por el contrario, se necesitan varios días o semanas, e incluso en algunos no se alcanzaría aunque se continuara el ensayo durante años. La experiencia muestra que en

acuíferos semiconfinados generalmente se alcanza el régimen permanente después de 15 a 20 horas de bombeo.

Una buena práctica para el caso de un acuífero confinado es bombear durante 24 horas. En acuíferos libres, como el cono de depresión se extiende lentamente y además generalmente debe cesar el drenaje diferido, se necesita un período mayor de bombeo y en la práctica comúnmente se bombea durante 3 días.

#### **4.12.3.4- Interpretación de datos:**

Existe numerosa bibliografía que desarrollan las ecuaciones matemáticas que describen el comportamiento del acuífero Custodio, 2001, García, 2018, Normas del ENOHSA, entre otros, este trabajo no pretende profundizar sobre este tema. En la figura 4.17. a continuación se observan las magnitudes empleadas para determinar el comportamiento del acuífero.

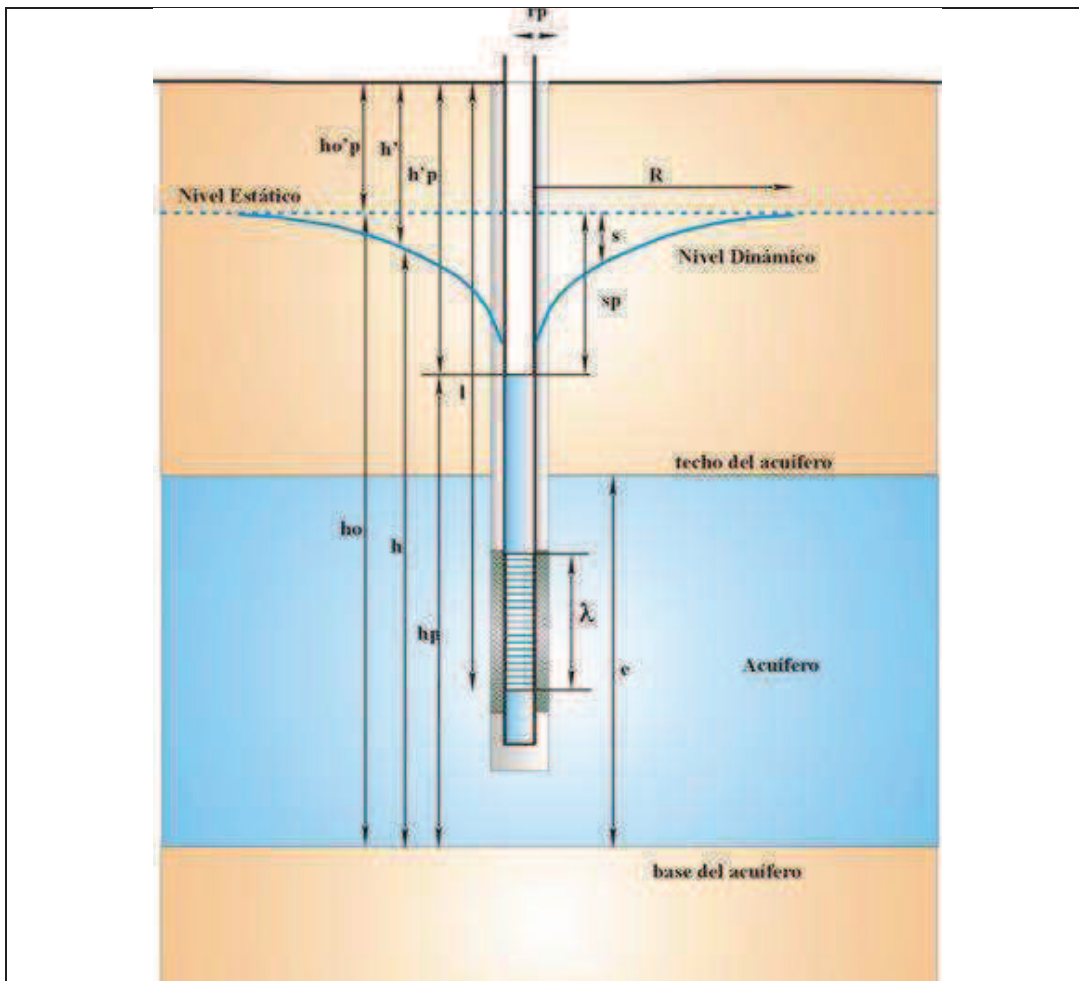


Ilustración 4.17: Cono de depresión y magnitudes empleadas usualmente en ensayos de bombeo.

$h_o$  = nivel de agua antes del bombeo (Nivel Estático)

$h$  = nivel de agua con el pozo en funcionamiento. Es la distancia desde la base del acuífero hasta el nivel dinámico.

$h_p$  = nivel de agua en el pozo durante el bombeo.

$s$  = descenso del nivel de agua  $s = h_o - h$  ó  $H_o - H$

$s_p$  = descenso de agua en el pozo  $s_p = h_o - h_p$  ó  $H_o - H_p$

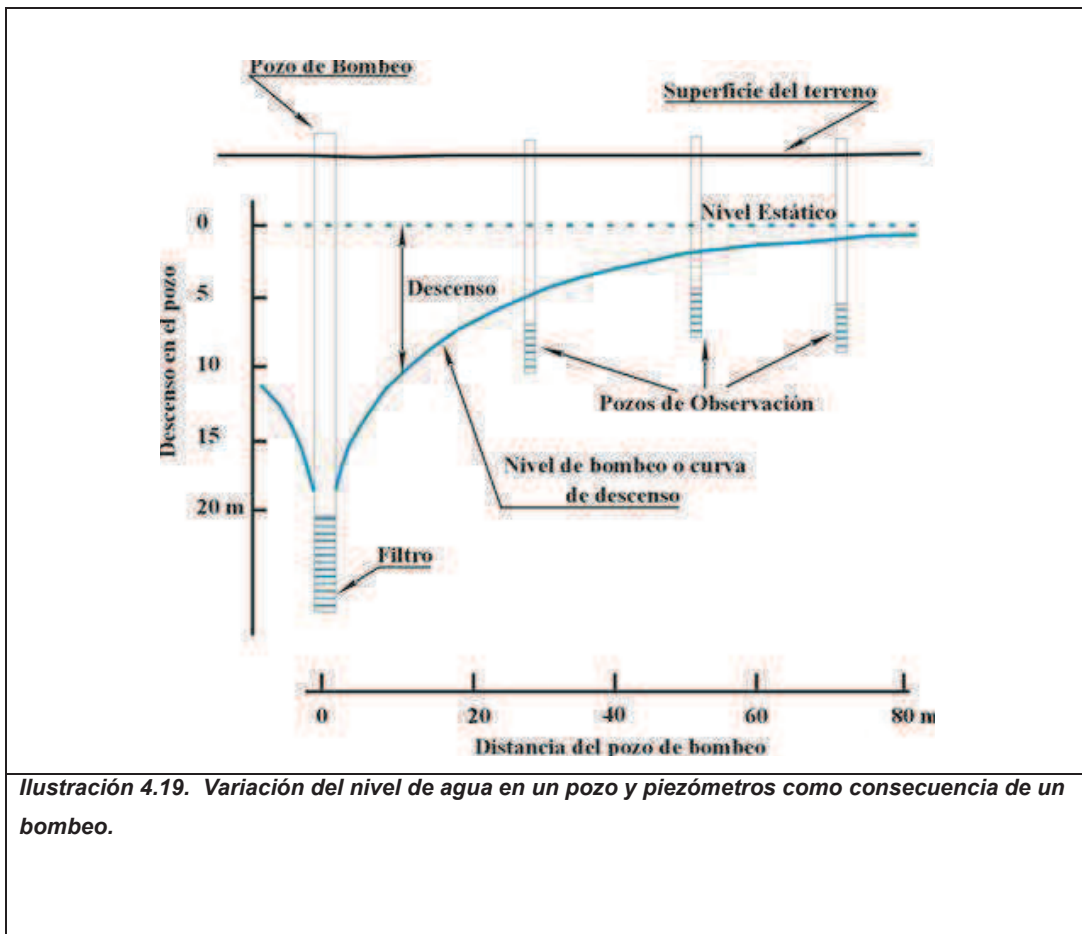
$e$  = espesor del acuífero confinado o espesor saturado del acuífero libre.

$r_p$  = radio del pozo

$R$  = radio de influencia del pozo. Es la distancia a partir del cual se consideran nulos los descensos producidos por el bombeo del pozo.

$\lambda$  = longitud del filtro

En un ensayo de bombeo, la observación y registro de los cambios que se producen en los niveles de agua se realizan en el pozo y/o en pozos de observación denominados piezómetros. Los efectos que se producen en el nivel hidrostático de un pozo de bombeo y en los pozos de observación pueden apreciarse en el esquema siguiente:



*Ilustración 4.19. Variación del nivel de agua en un pozo y piezómetros como consecuencia de un bombeo.*

#### 4.13- Pozos verticales

Se denominan pozos verticales a todos aquellos que se proyectan y construyen para obtener agua por penetración vertical de una capa acuífera.

El proyecto de un pozo vertical de alta capacidad requiere la definición de varios parámetros ligados entre sí. Como cuestión previa ha de plantearse el objetivo del pozo respecto al acuífero a explotar: si sólo se desea extraer un determinado caudal o se quiere alcanzar el máximo posible que permita el

acuifero. Un buen proyecto será aquel con el que se consiga un adecuado equilibrio entre eficiencia, vida útil y costos.

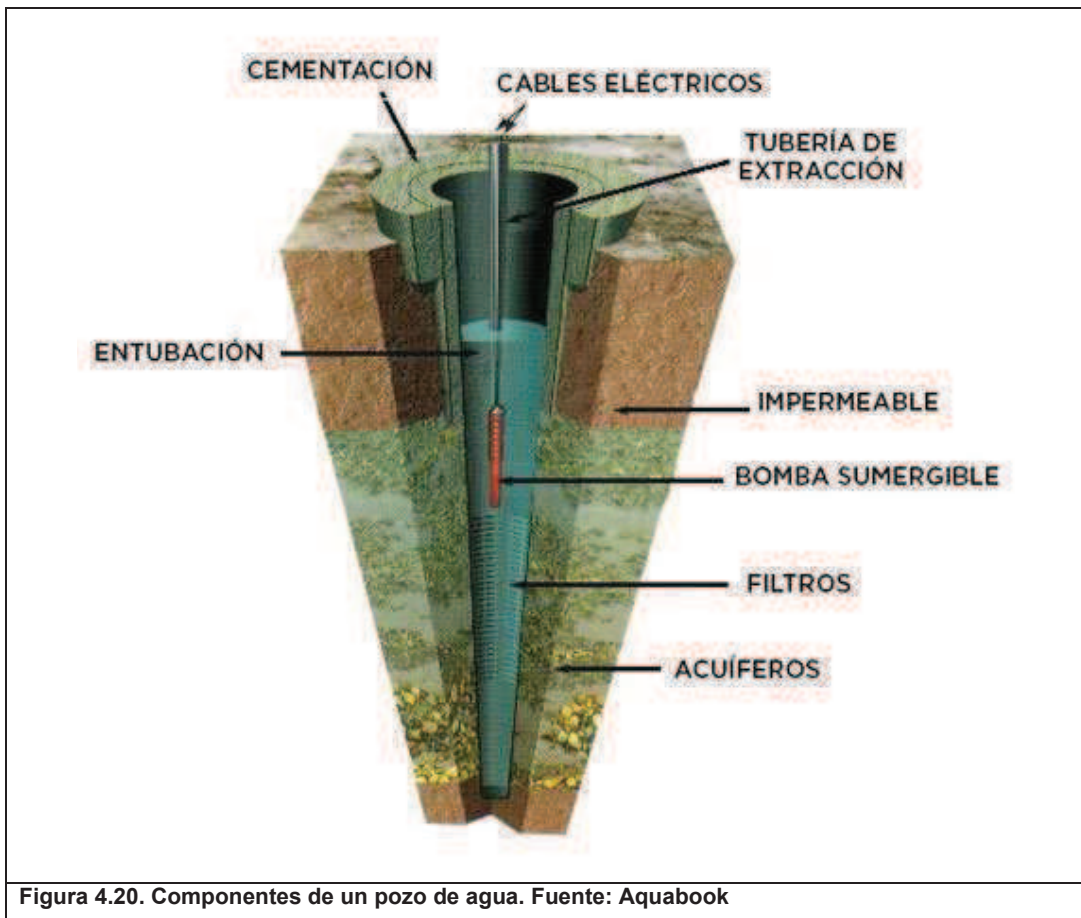


Figura 4.20. Componentes de un pozo de agua. Fuente: Aquabook

## 5- REHABILITACIÓN DE POZOS

### 5.1 - Etapa diagnóstico del pozo

#### 5.1.1- Relevamiento de antecedentes:

Se realizó una búsqueda de antecedentes de los pozos seleccionados, estos datos obran en la Subsecretaría de Ambiente de la Municipalidad de Comodoro Rivadavia.

Los antecedentes están formados por un compilado de estudios y de historial de operación del pozo encomendados ya sea por la Provincia del Chubut, YPF S.A. y /o Dirección de Gestión Ambiental de Aguas dependiente de la

Municipalidad de Comodoro Rivadavia. A continuación en las tablas siguientes se detallan los datos de interés obtenidos de cada pozo.

| <b>DATOS HISTORICOS POZO A</b> |         |
|--------------------------------|---------|
| Ubicación                      | Lote 37 |
| Cañadón                        | Brooks  |
| Año construcción               | 1953    |
| Profundidad de pozo (m)        | 120     |
| Diámetro de entubación (pulg.) | 9 5/8   |
| Diámetro de filtros (pulg.)    | 10      |
| <b>Tabla 5.1.</b>              |         |

| <b>DATOS HISTORICOS POZO B</b> |         |
|--------------------------------|---------|
| Ubicación                      | Lote 27 |
| Cañadón                        | Ferrais |
| Año construcción               | 1950    |
| Profundidad de pozo (m)        | 276     |
| Diámetro de entubación (pulg.) | 10      |
| Diámetro de filtros (pulg.)    |         |
| <b>Tabla 5.2.</b>              |         |

Del estudio hidrogeológico de Manantiales Behr elaborado por el geólogo Alejandro Simeoni en diciembre de 1986 se concluye que las diferencias en producción en el yacimiento se deben a:

- Ubicaciones inconvenientes: en los estratos inferiores del acuífero (pozos abandonados)
- Diseños inconvenientes: pozos con filtros alternados geoméricamente (el 77% de baja productividad)
- Problemas de terminación: pozos mal desarrollados o necesitados de limpieza. Ejemplos. pozo B, entre otros. Recomienda para entrada de arenas cuchareo con cuchara pistón y luego continuar con otros métodos: hidrojet, pistoneo, etc.

En los diagramas siguientes se pueden observar los datos de los pozos, como ser: profundidad del pozo, profundidad y longitud de filtros, nivel estático, diámetro del casing.

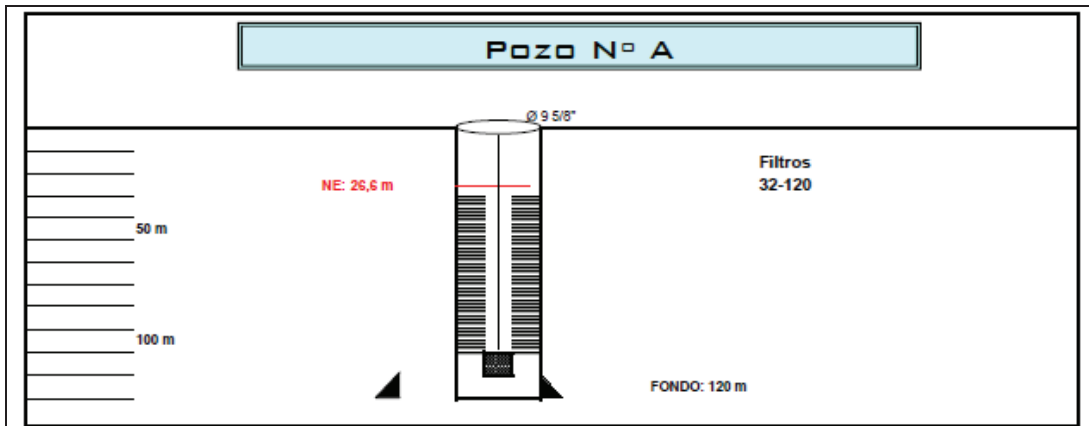


Figura 5.1. Detalle pozo A. Fuente: antecedentes DGAA

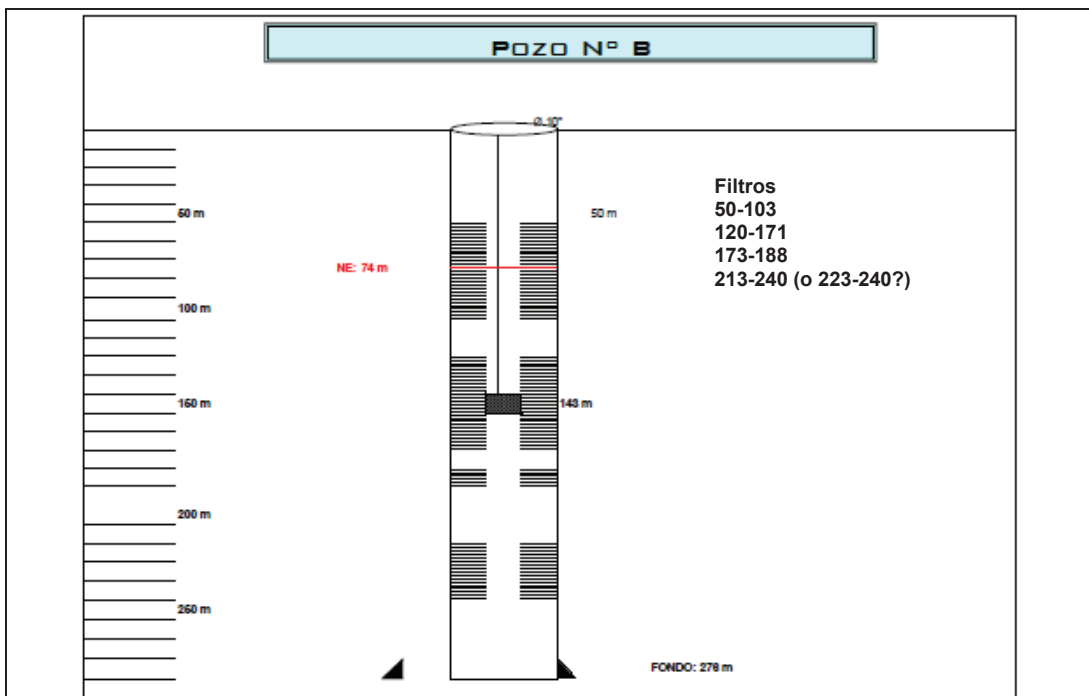


Figura 5.2. Detalle pozo B. Fuente: antecedentes DGAA

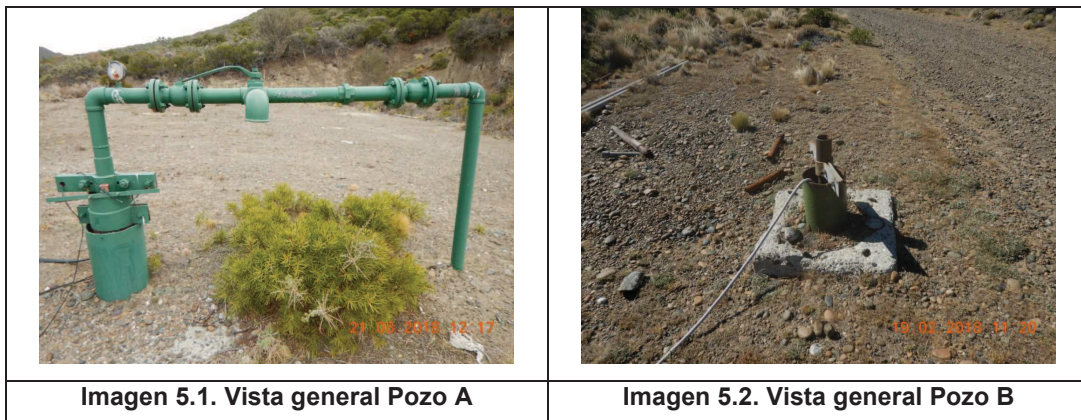
### 5.1.1.1- Resumen de estado:

**Pozo A:** desde la última intervención a mediados del año 2000 estuvo en funcionamiento continuo hasta quedar fuera de servicio en octubre del año 2017. La intervención solo consistió en recambio de instalaciones.

**Pozo B:** Desde el recambio de bomba del 14/04/1999 estuvo en funcionamiento continuo hasta el 19/08/2009, donde se decide dejar fuera de servicio el pozo por baja productividad, desconociendo el motivo.

En el año 2014 se realiza una nueva campaña de intervención y el 19/11/2014 se cambian las instalaciones, bomba mas cañerías. Las cañerías utilizadas fueron caños tubing clase IV de  $\text{Ø } 2^{7/8}$ , recuperados de la industria petrolera con revestimiento interior de PEAD-80 Pese al cambio de bomba, el pozo no produjo, se desconocía, si se encontraba deprimido o con filtros tapados, no se realizaron mediciones previas a la intervención, como nivel estático, fondo del pozo, entre otros, como así tampoco revisión del historial del pozo.

A continuación se observa el estado previo de los pozos A y B. Ambos fuera de servicio

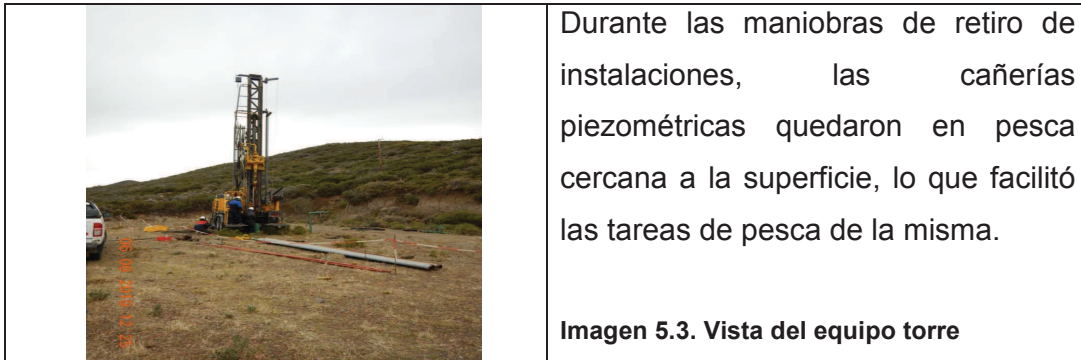


### 5.1.2 - Extracción de instalaciones actuales:

El trabajo consistió en el retiro de las instalaciones del pozo, de esta forma quedaron los casing libres. Las instalaciones que se remueven en ambos pozos son: puente de producción, cañerías de impulsión y bombas electrosumergibles. Para estas tareas se utilizó un equipo de perforación autopulsado donde se utilizó la torre como soporte para las tareas de elevación de las instalaciones. Esta es una de las tareas que puede conllevar cierto riesgo ya que se remueven las cañerías y el cable eléctrico, por ejemplo pueden desprenderse y/o romperse las cañerías y quedar en pesca. La pesca

es una tarea que consiste en remover (pescar) una instalación que haya quedado atrapada en un pozo.

### 5.1.2.1- Pozo A



En las imágenes siguientes pueden observarse el estado de las cañerías y la bomba, con signos de corrosión e incrustaciones.



Resumen de elementos retirados en pozo A:

Cañerías removidas: 16 Ø: 2<sup>7/8</sup>" Bomba retirada: no se registran datos

Longitud cañerías: 6.4 metros

Profundidad calculada de bomba: 102.4 m.b.n.br.

Cota: 451 m.s.n.m

### 5.1.2.2- Pozo B

En las imágenes siguientes se puede ver el estado de las cañerías retiradas, las instalaciones que estuvieron sumergidas se observan con incrustaciones.



Resumen de elementos retirados en pozo B:

Cañerías removidas: 15 Ø: 3"

Material: Tubing de hierro revestido con PEAD -80

Longitud cañerías: 9.45 m

Profundidad calculada de bomba: 128 m.b.n.br.

Cota: 549 m.s.n.m

### 5.1.2.3- Discusión de lo observado en campo:

La calidad del agua puede afectar los materiales metálicos causando corrosión y/o incrustación. La corrosión es un proceso que destruye los metales. Usualmente, las aguas corrosivas son acidas y pueden contener concentraciones relativamente altas de oxígeno disuelto que, a menudo es necesario para la existencia y el aumento del grado de corrosión. Concentraciones altas de  $\text{CO}_2$ ,  $\text{SSD}$ , y  $\text{SH}_2$  con su olor característico a huevos podridos son indicadores de un agua que tiene probabilidades de ser corrosiva. Además de la calidad del agua, hay otros factores tales como velocidad del flujo y disimilitud de los metales que contribuyen al proceso de corrosión. Mientras mayor es la velocidad del flujo, mayor será la eliminación de los productos finales protectores de la corrosión de la superficie del metal y, por tanto, la exposición de esa superficie a corrosión posterior. El uso de dos o más materiales metálicos, como por ejemplo acero inoxidable y acero ordinario, o acero y latón o bronce, debe evitarse siempre que sea posible. Usualmente, la corrosión es más grande en los puntos de contacto o en las proximidades de los metales.

La corrosión puede ocurrir como en las rejillas del pozos como en el revestimiento o entubado. (Gibson, 1979)

La incrustación, a diferencia de la corrosión, no destruye el metal, pero provoca depósitos de minerales sobre el y en la capa acuífera que circunda el pozo. Los cambios físicos y químicos en el agua del pozo y la formación adyacente hacen que los minerales disueltos adopten a su estado insoluble y se fijen como depósitos. Estos causan la obstrucción de las aberturas de la rejilla y la formación de poros inmediatamente alrededor de ella, con la consiguiente reducción en el rendimiento del pozo.

Las aguas incrustantes son usualmente alcalinas. La dureza por exceso de carbonatos es una causa común de incrustación. El hierro y el manganeso en un grado menor, son otras fuentes comunes de incrustación. El hierro causa depósitos característicos de color pardo rojizo, mientras los de manganeso son negros.

Asociadas al agua se pueden encontrar las bacterias del hierro, que si bien no son perjudiciales para la salud, favorecen los depósitos de hierro, acumulando material limoso, de aspecto gelatinoso, que obstruyen las aberturas de las rejillas del pozo y los espacios porosos de la capa acuífera.

Las aguas del acuífero son alcalinas ( $pH > 8$ ), poseen diferentes materiales casing de acero y cañerías de conducción de hierro galvanizado, esto pudo favorecer el estado observado de las cañerías de conducción, corrosión e incrustaciones, en las instalaciones que se encontraban sumergidas en agua.

### 5.1.3- Medición de nivel estático y profundidad del pozo

Se mide el nivel estático con sonda de cinta plana con graduación milimétrica.

Para la medición de profundidad se emplea un cable de acero de medición conocida, en la cual se marcó con cinta adhesiva de color cada 10, 5 y 1 metro, en la punta del cable se coloca una masa con peso. En la tabla siguiente se resumen los datos obtenidos:

|                      | <b>Pozo A</b>   | <b>Pozo B</b>   |
|----------------------|---|---|
| Nivel estático       | 27 m.b.n.br   | 75.7 m.b.n.br   |
| Profundidad del pozo | 117 m.b.n.br  | 176 m.b.n.br  |
| Observaciones:       | Se perdió 3 m de profundidad del pozo en aproximadamente 67 años de producción. | Se perdió 100 m de profundidad del pozo en aproximadamente 70 años de producción. |

**Tabla 5.3. Resumen datos obtenidos de nivel estático y profundidad del pozo.**

### 5.1.4- Video inspección

La videoinspección del pozo permite observar el interior del casing, la misma se realizó con cámara marca Laval Underground Surveys R Cam 1000 con

sonda para 300 metros de profundidad. El equipo cuenta con una cámara lateral que puede girar 360 ° y una cámara en el extremo inferior con luces LED ajustables. Para la medición se toma el cero a partir de la boca del brocal. Esta tarea es enriquecedora, tanto para el personal de la municipalidad como para el operador del servicio.

Es necesario mencionar que el pozo A data del año 1953 y el pozo B data del año 1950 y a la fecha no se han realizado tareas de limpieza de los mismos.



**Imagen 5.10. Cámara Laval Undergrond Surveys R Cam 1000**



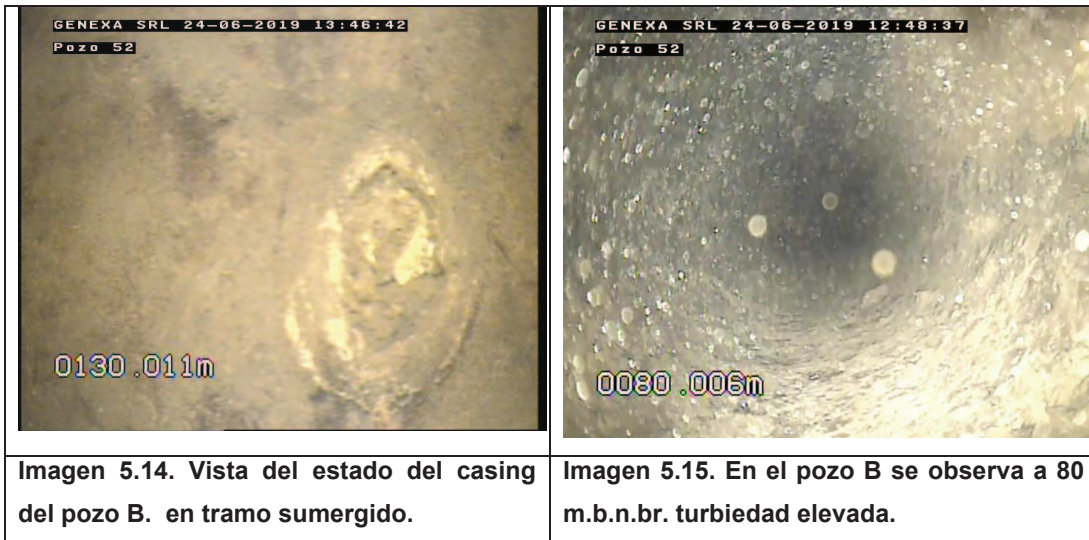
**Imagen 5.11. Tareas de descenso de cámara durante la videoinspección.**



**Imagen 5.12. Vista del interior del pozo A, se puede observar proximidad al nivel estático.**



**Imagen 5.13. Vista del primer tramo de filtro sumergido. Se observan zonas obstruidas con incrustaciones en el pozo A.**



#### 5.1.4.1- Resumen de los datos obtenidos: \* metros bajo el nivel de brocal

Pozo A: Altura brocal: no medido

Inicio filtro ranura continua: 24.048 m.b.n.b.

Nivel estático: 25.40 m.b.n.b.

Fin filtro ranura continua: 104,267 m.b.n.b.

Pozo B: Altura brocal: no medido

Inicio filtros verticales: no es claro de ver el inicio de los filtros, hay mucha turbiedad e incrustaciones en el casing, a 70 m.b.n.b se observa una ranura vertical, pero no es del todo claro.

Pasando los 135 m.b.n.b la turbiedad aumenta, las incrustaciones son más grumosas, por lo que se decide finalizar la VI a 145.8 m.b.n.b. No se pudo completar la VI hasta la profundidad final del pozo a 176 m.b.n.br.

Nivel estático: 25.40 m.b.n.b.

## 5.2- Rehabilitación del pozo

### 5.2.1- Limpieza

En función de los datos obtenidos en gabinete y en campo, como ser antigüedad del pozo, estado del casing, incrustaciones y de la experiencia y herramientas disponibles para el desarrollo de las tareas, se decide realizar limpieza mecánica en ambos pozos mediante cepillado y limpieza de filtros con inyección de aire comprimido (Airlift) hasta la profundidad de la bomba. Se descarta la limpieza química en estos pozos, proponiendo realizar pruebas de este tipo de limpieza en otra etapa.

Para limpieza mecánica se inicia el cepillado desde el nivel estático hasta la profundidad final del pozo. Para esta maniobra por cada caño de 6.4 metros colocados se realizaron movimientos ascendentes rotacionales con el cepillo para lograr una limpieza adecuada.

En la imagen siguiente se observan los cepillos utilizados.



Imagen 5.16. Cepillos con pelos de acero



Imagen 5.17. Cepillo de poliamida

#### 5.2.1.1- Datos obtenidos de la limpieza:

Pozo A: cepillado hasta: 117 m.b.n.br

Profundidad final: 117 m.b.n.br.

Pozo B: cepillado hasta 174 m.b.n.br.

Profundidad final: 186 m.b.n.br

### 5.2.2- Colocación de instalaciones nuevas:

Para esta tarea se decide utilizar cañerías de acero galvanizado de 6.4 m de longitud y 3" de diámetro, son las que se utilizan históricamente. En función de la profundidad final y de lo observado en la videoinspección se determinan las profundidades a la cual se bajaran las bombas.

El concesionario del servicio posee bombas en stock, por lo cual se evalúan técnicamente cuales son las mas convenientes. Para la selección se utilizaron los siguientes datos: caudal histórico del pozo, profundidad de la bomba, caudales esperados de las bombas y las presiones obtenidas en superficie.

Para los piezómetros se decide utilizar cañerías de polipropileno de 1" con perforaciones y tapón en el final de la misma. Se coloca de manera independiente a la cañería e impulsión

#### 5.2.2.1- Resumen instalaciones finales:

| Pozo | Bomba         |               |                    |                  |                  | Impulsión<br>Kant. De<br>caños | Piezómetro           |             |
|------|---------------|---------------|--------------------|------------------|------------------|--------------------------------|----------------------|-------------|
|      | Marca         | Modelo        | Profundidad<br>(m) | Potencia<br>(HP) | H(m)/Q<br>(m3/H) |                                | Cant.<br>De<br>caños | Profundidad |
| A    | Rotor<br>Pump | RP6R<br>50/20 | 98.8               | 20               | 150/15           | 15                             | 17                   | 102         |
| B    | Rotor<br>Pump | RP6R<br>50/20 | 156.6              | 20               | 150/15           | 24                             | 26                   | 156         |

Tabla 5.4

### 5.2.3- Desarrollo:

El desarrollo del pozo se realizó con inyección de aire, esta tarea remueve los finos y otros residuos que se hayan generado durante la limpieza mecánica. El objetivo buscado es mejorar la conductividad hidráulica entre el acuífero y el pozo. La contratista no presentó en el informe final los datos de campo

(tiempos y profundidades en que realizó la inyección de aire al pozo, registro de los volúmenes y caudales en los que se llevo a cabo este procedimiento)

#### 5.2.4- Ensayos de bombeo:

Se realizaron los siguientes ensayos hidráulicos de los pozos; a) ensayos a caudal constante de corta duración, y su respectiva recuperación y b) ensayos de bombeo a caudal variable, es decir, ensayos de bombeo escalonados.

El objetivo de los ensayos a caudal constante y su recuperación es calcular la Transmisividad y Permeabilidad (T y K) del acuífero, a partir de cálculos en función de los descensos en los niveles dinámicos.

A partir de los ensayos a caudal variable, se puede determinar los caudales específicos ( $Q_s$ ), descensos específicos ( $S_Q$ ), caudales críticos ( $Q_C$ ) y eficiencia del pozo (Ef). Parámetros que son fundamentales para conocer el régimen de explotación del pozo.



Imagen 5.18

Se armo un puente provisorio para los ensayos hidráulicos, que contaba con caudalímetro y manómetro. Por problemas con la calibración del caudalímetro se opta por medir manualmente los caudales mediante un recipiente aforado de 205 lts.

Con un aforo (sin pozos de observación) puede obtenerse:

- a). Caudal óptimo o aconsejable de explotación del pozo.
- b). Curva característica del pozo.
- c). Un primer valor de la eficiencia del pozo.
- d). Una estimación de la transmisividad del acuífero.

En el anexo 9.1, se adjuntan los informes finales elaborados por la contratista con los resultados de los ensayos respectivos. Los datos obtenidos en campo fueron interpretados con los softwares Aquifer Test Pro y Excel. A continuación se presenta un resumen con los datos obtenidos:

| Pozo A                     |                   |                |
|----------------------------|-------------------|----------------|
| Caudal (m <sub>3</sub> /d) | Descenso real (m) | Eficiencia (%) |
| 10                         | 0,201             | 97,512         |
| 50                         | 1,105             | 88,688         |
| 100                        | 2,46              | 79,675         |
| <b>Tabla 5.5</b>           |                   |                |

| Pozo B                     |                   |                |
|----------------------------|-------------------|----------------|
| Caudal (m <sub>3</sub> /d) | Descenso real (m) | Eficiencia (%) |
| 200                        | 36,08             |                |
| 300                        | 55,02             | 95,093         |
| 500                        | 94,70             | 90,644         |
| <b>Tabla 5.6</b>           |                   |                |

En ambos pozos se observó que se llega a la profundidad de succión de la bomba en poco tiempo (pozo A: 60 minutos, pozo B: 135 minutos).

El caudal crítico es el caudal de explotación a partir del cual comienza a disminuir la eficiencia del pozo. En la práctica se recomienda que el caudal de explotación del pozo se encuentre por debajo del caudal crítico. Para el pozo A el caudal crítico de explotación es 50 m<sup>3</sup>/d generando un descenso de 1.105 metros con una eficiencia esperada de 88.7%. Para el pozo B, el caudal crítico de explotación es 300 m<sup>3</sup>/d generando un descenso de 55.02 metros con una eficiencia esperada de 95.093 %.

Sin pozo de observación solo se pueden estimar valores del acuífero, a continuación en la tabla siguiente se presentan los valores estimados:

| Datos obtenidos del ensayo del pozo A |   |                                  |                                       |   |                                  |
|---------------------------------------|---|----------------------------------|---------------------------------------|---|----------------------------------|
| Método de Theis                       |   |                                  | Método de Cooper- Jacob               |   |                                  |
| Transmisividad ( m <sup>2</sup> /d) T | Coficiente de almacenamiento (adimensional) | Conductividad hidráulica (m/d) K | Transmisividad T ( m <sup>2</sup> /d) | Coficiente de almacenamiento (adimensional) | Conductividad hidráulica (m/d) K |
| 46,62                                 | 2,29x10-6                                   | 0,50                             | 51,36                                 |   | 0.56                             |
| <b>Tabla 5.7</b>                      |   |                                  |                                       |   |                                  |

| Datos obtenidos del ensayo del pozo B    |   |  |  |   |  |
|--|---|--|--|---|--|
| Método de Theis                          |   |  | Método de Cooper- Jacob                  |   |  |
| Transmisividad<br>T ( m <sup>2</sup> /d) | Coefficiente de<br>almacenamiento<br>(adimensional) | Conductividad<br>hidráulica (m/d)<br>K | Transmisividad<br>T ( m <sup>2</sup> /d) | Coefficiente de<br>almacenamiento<br>(adimensional) | Conductividad<br>hidráulica<br>(m/d) K |
| 5,64                                     | 1,68x10 <sup>-6</sup>                               | 5.3x10 <sup>-2</sup>                   | 8  |   | 7,7x10 <sup>-2</sup>                   |

**Tabla 5.8**

Según los apuntes de Weinzettel, Pablo. 2011, se desprenden los siguientes valores de K y T

En las siguientes tablas se presentan valores de K y T (Villanueva e Iglesias, 1984)

| VALORES DE LA PERMEABILIDAD<br>(según autores) |                            |
|--|----------------------------|
| K (m/día)                                      | Calificación<br>estimativa |
| K < 10 <sup>-2</sup>                           | Muy baja                   |
| 10 <sup>-2</sup> < K < 1                       | Baja                       |
| 1 < K < 10                                     | Media                      |
| 10 < K < 100                                   | Alta                       |
| K > 100  | Muy alta                   |

| VALORES DE LA TRANSMISIVIDAD (según autores) |                            |   |
|--|----------------------------|---|
| T (m <sup>2</sup> /día)                      | Calificación<br>estimativa | Posibilidades del acuífero                                |
| T < 10                                       | Muy baja                   | Pozos de menos de 1 l/s con 10 m de depresión teórica.    |
| 10 < T < 100                                 | Baja                       | Pozos entre 1 y 10 l/s con 10 m de depresión teórica.     |
| 100 < T < 500                                | Media a alta               | Pozos entre 10 y 50 l/s con 10 m de depresión teórica.    |
| 500 < T < 1.000                              | Alta                       | Pozos entre 50 y 100 l/s con 10 m de depresión teórica.   |
| T > 1.000                                    | Muy alta                   | Pozos superiores a 100 l/s con 10 m de depresión teórica. |

**Figura 5.3. Valores de permeabilidad y transmisividad según autores.**

| VALORES DEL COEFICIENTE DE ALMACENAMIENTO (según autores) |                                       |   |
|---|---------------------------------------|---|
| Tipo de material permeable                                | Forma del funcionamiento del acuífero | Valores de S (medio)                    |
| <i>Kárstico:</i>  |                                       |   |
| Caliza y dolomías jurásicas                               | Libre                                 | $2 \times 10^{-2}$                      |
|   | Semiconfinado                         | $5 \times 10^{-4}$                      |
|   | Confinado                             | $5 \times 10^{-5}$                      |
| Calizas y dolomías cretácicas y terciarias                | Libre                                 | $2 \times 10^{-2} - 6 \times 10^{-2}$   |
|   | Semiconfinado                         | $10^{-3} - 5 \times 10^{-4}$            |
|   | Confinado                             | $10^{-4} - 5 \times 10^{-5}$            |
| <i>Poroso intergranular:</i>                              |                                       |   |
| Gravas y arenas   | Libre                                 | $5 \times 10^{-2} - 15 \times 10^{-2}$  |
|   | Semiconfinado                         | $10^{-3}$                               |
|   | Confinado                             | $10^{-4}$                               |
| <i>Kársticos y porosos:</i>                               |                                       |   |
| Calcarenitas marinas terciarias                           | Libre                                 | $15 \times 10^{-2} - 18 \times 10^{-2}$ |

Figura 5.4. Valores del coeficiente de almacenamiento

#### 5.2.4.1- Discusión de los resultados:

En función de los valores obtenidos se desprende de manera estimativa (sin pozo de observación) que el acuífero posee baja a muy baja permeabilidad, una baja a muy baja transmisividad y según los datos del coeficiente de almacenamiento el acuífero funciona como un acuífero confinado. Estos resultados son similares a los obtenidos por Auge, M et all. 2009. Y Simeoni, A., 1986.

Es necesario realizar ensayos de bombeo con pozos de observación, para lograr verificar si los datos obtenidos se ajustan a los valores hidráulicos del acuífero.

#### 5.2.5- Calidad del agua:

Una vez terminado los ensayos de bombeo, el paso siguiente es la toma de muestras para evaluar la calidad del agua.

Se establecen dos objetivos respecto a la calidad del agua uno de ellos es la caracterización de la fuente y el otro, no menos importante es su aptitud de uso para consumo humano.

### 5.2.5.1- Trabajo de campo

Para la recolección de las muestras se utilizaron los envases provistos por los laboratorios contratados para tal fin, el Laboratorio de Aguas de la Municipalidad de Comodoro Rivadavia y el Laboratorio Induser. A continuación en la planilla siguiente se presenta un resumen con información de los envases utilizados, cantidad de muestra recolectada y conservación según el tipo de analito.

| <b>Tabla 5.9- Detalle envases utilizados</b> |                     |  |                                  |                                |
|--|---------------------|--|----------------------------------|--------------------------------|
| <b>Laboratorio</b>                           | <b>Analito</b>      | <b>capacidad y material del envase</b> | <b>Tipo de conservación</b>      | <b>Volumen de muestra (ml)</b> |
| Laboratorio Induser                          | fisicoquímico       | 250 ml - plástico                      | refrigerado                      | 250                            |
|  | metales             | 100 ml - plástico                      | refrigerado + ácido nítrico      | 200                            |
|  | cianuro             | 250 ml - plástico                      | refrigerado + hidróxido de sodio | 250                            |
|  | hidrocarburos       | 1000 ml - vidrio                       | refrigerado+ ácido sulfúrico     | 1000                           |
|  | BTEX                | 40 ml - 2 viales                       | refrigerado + ácido sulfúrico    | 40 x 2                         |
|  | nitratos y sulfatos | 250 ml - plástico                      | Refrigerado                      | 250                            |
| Laboratorio de Aguas- MCR                    | bacteriológico      | 250 ml - vidrio                        | Refrigerado                      | 230                            |
|  | físico- químico     | 1 L - plástico                         | Refrigerado                      | 1000                           |

### 5.2.5.2- Resultados obtenidos:

En la tabla 5.10 siguiente se presentan los resultados obtenidos y los valores máximos permitidos en aguas para consumo humano y aguas subterráneas según el Código Alimentarlo Argentino:

| Tabla 5.10. resultados calidad de agua y valores según Código Alimentario Argentino. |  |                |                         |                                 |                |                                       |                                       |                           |
|--|--|----------------|-------------------------|---------------------------------|----------------|---------------------------------------|---------------------------------------|---------------------------|
| Parámetros físico-químicos y bacteriológicos   | Unidad   | Laboratorio    | Método Analítico MCR    | C-86-A                          | C-52-A         | Código Alimentario Argentino Art. 982 | Código Alimentario Argentino Art. 985 |                           |
|  |  |                |                         | q 300343 90368                  | Q 301551 90543 |                                       |                                       |                           |
|  |  |                |                         | 01/11/2019                      | 21/11/2019     |                                       |                                       |                           |
| Cationes   | Color  | UCV            | 1                       | SM 17 ed. 2120 B                | < 2            | -                                     | Máx. 5 Escala Pt-Co                   | hasta 5 unid escala Pt-Co |
|  | Olor   |                | 2                       | SM 2150 B #                     | ausencia       | Ausencia                              | soe                                   | Característico soe        |
|  | pH (Laboratorio/campo)   | UpH            | 1                       | Potenciométrico                 | 8,34           | 8,06                                  | 6,5 - 8,5                             | 4,0 - 9,0                 |
|  | Dureza (como CO <sub>2</sub> Ca)                               | mg/l           | 1                       | SM 17 ed. 2340 C                | 34             | 20                                    | Máx. 400 mg/l                         |                           |
|  | Turbidez   | NTU            | 1                       | SM 17 ed. 2130 B                | 1              | 11                                    | Máx. 3 NTU                            | hasta 3 NTU               |
|  | Alcalinidad (TAC)  | mg/l           | calculada               | SM 17 ed. 2310 B (Modificado)   | 153            | 123                                   | -                                     |                           |
|  | Sólidos Totales Disueltos (TSD) 180° C                         | mg/l           | calculada               | SM 8 ed.                        | 226,56         | 257                                   | Máx. 1500 mg/l                        |                           |
|  | Conductividad eléctrica  | µS/cm          | 1                       | Potenciométrico                 | 354            | 401                                   | -                                     |                           |
|  | Potencial Redox (EH)   | mV             | 2                       | SM 2580                         | 362            | 304                                   | -                                     |                           |
| Aniones  | Sodio Na <sup>+</sup>  | mg/l           | 2                       | ISO 14911                       | 86,1           | 79,0                                  | -                                     |                           |
|  | Potasio K <sup>+</sup>   | mg/l           | 2                       | ISO 14911                       | 1,1            | 1,1                                   | -                                     |                           |
|  | Calcio Ca <sup>2+</sup>  | mg/l           | 1                       | SM 17 ed. 3500 Ca D             | 6              | 6                                     | -                                     |                           |
|  | Magnesio Mg <sup>2+</sup>                                      | mg/l           | 1                       | SM 17 ed. 3500 Mg E             | 4              | 1                                     | -                                     |                           |
|  | Amonio NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>                            | mg/l           | 1                       | SM 17 ed. 4500 NH3 C            | < 0,05         | < 0,05                                | Máx. 0,20 mg/l                        | max 0,2 mg/L              |
| Cationes   | Cloruros Cl <sup>-</sup>                                       | mg/l           | 1                       | SM 17 ed. 4500 Cl B             | 32             | 33                                    | Máx. 350 mg/l                         | max 900 mg/L              |
|  | Flúor F <sup>-</sup>   | mg/l           | 2                       | SM 4110 B                       | 1,2            | 1,6                                   | Min. 0,8 - Máx. 1,5 mg/l              | max 2,0 mg/L              |
|  | Nitratos NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>                          | mg/l           | 2                       | SM 4110 B                       | < 5,0          | < 5                                   | Máx. 45 mg/l                          | max 45 mg/L               |
|  | Nitritos NO <sub>2</sub> <sup>-</sup>                          | mg/l           | 1                       | SM 17 ed. 4500 NO2 B (Modif)    | < 0,01         | < 0,01                                | Máx. 0,10 mg/l                        | max 0,1 mg/L              |
|  | Sulfatos SO <sub>4</sub> <sup>-2</sup>                         | mg/l           | 2                       | SM 4110 B                       | 25,3           | 21,9                                  | Máx. 400 mg/l                         | max 600 mg/L              |
|  | Fosfatos PO <sub>4</sub> <sup>-2</sup>                         | mg/l           | 2                       | SM 4500 - P C                   | < 3,0          | < 3                                   | -                                     |                           |
|  | Carbonatos CO <sub>3</sub> <sup>-2</sup>                       | mg/l           | 1                       | SM 17 ed. 2310 B (Modificado)   | 6              | 2                                     | -                                     | max 600 mg/L              |
|  | Bicarbonatos CO <sub>3</sub> H <sup>-</sup>                    | mg/l           | 1                       | SM 17 ed. 2310 B (Modificado)   | 147            | 121                                   | -                                     |                           |
|  | Bromato BrO <sub>3</sub> <sup>-</sup>                          | mg/l           | 2                       | SM 4110 B                       | < 0,01         | < 0,01                                | -                                     | max 6,0 mg/L              |
| Cianuro (como ion)   |  | 2              | UNE-EN ISO 14403-2:2003 | < 0,01                          | < 0,01         | max 0,10 mg/L                         | max 0,01 mg/L                         |                           |
| Metales / Metaloides   | Zinc Zn  | mg/l           | 2                       | EPA 6020 A                      | < 0,05         | < 0,05                                | Máx. 5,0 mg/l                         | max 5,0 mg/L              |
|  | Bario Ba   | mg/l           | 2                       | EPA 6020 A                      | < 0,50         | < 0,50                                | -                                     | max 1,0 mg/L              |
|  | Manganeso Mn (Mn Total)  | mg/l           | 2                       | EPA 6020 A                      | < 0,03         | < 0,03                                | Máx. 0,10 mg/l                        | max 2,0 mg/L              |
|  | Plomo Pb   | mg/l           | 1                       | SM 8 ed.                        | < 0,05         | < 0,05                                | Máx. 0,05 mg/l                        | max 0,05 mg/L             |
|  | Cadmio Cd  | mg/l           | 2                       | EPA 6020 A                      | < 0,0005       | < 0,0005                              | Máx. 0,005 mg/l                       | max 0,01 mg/L             |
|  | Cr (como Cr Total)   | mg/l           | 2                       | EPA 6020 A                      | < 0,005        | < 0,005                               | Máx. 0,05 mg/l                        |                           |
|  | Mercurio Hg  | mg/l           | 2                       | EPA 7470 A                      | < 0,001        | < 0,001                               | Máx. 0,001 mg/l                       | max 0,001 mg/L            |
|  | Arsénico As  | mg/l           | 2                       | EPA 6020 A                      | < 0,010        | 0,023                                 | Máx. 0,01 mg/l                        | max 0,05 mg/L             |
|  | Hierro Total - Fe (como Fe Total)                              | mg/l           | 2                       | EPA 6020 A                      | < 0,10         | < 0,10                                | Máx. 0,3 mg/l                         | max 5,0 mg/L              |
|  | Litio (Li)   | mg/l           | 2                       | EPA 6020 A                      | < 0,10         | < 0,10                                | -                                     |                           |
|  | Aluminio (Al)  | mg/l           | 2                       | EPA 6020 A                      | < 0,10         | < 0,10                                | max 0,20 mg/L                         |                           |
|  | Antimonio (Sb)   | mg/l           | 2                       | EPA 6020 A                      | < 0,010        | < 0,50                                | -                                     |                           |
|  | Boro (B)   | mg/l           | 2                       | EPA 6020 A                      | < 0,2          | < 0,20                                | -                                     | max 30 mg/L               |
|  | Cobre (Cu)   | mg/l           | 2                       | EPA 6020 A                      | < 0,05         | < 0,05                                | max 1,0 mg/L                          | max 1,0 mg/L              |
|  | Plata (Ag)   | mg/l           | 2                       | EPA 6020 A                      | < 0,05         | < 0,05                                | max 0,05 mg/L                         | -                         |
| Selenio (Se)   | mg/l   | 2              | EPA 6020 A              | < 0,010                         | < 0,50         | -                                     | max 0,01 mg/L                         |                           |
| Hidrocarburos Totales (HTP)  | Dióxido de Carbono CO <sub>2</sub>                             | mg/l           | 2                       | SM 4500 - CO <sub>2</sub> C     | 1,5            | 1,1                                   | -                                     |                           |
|  | Sulfuro de Hidrógeno no ionizable H <sub>2</sub> S (disueltos) | mg/l           | 2                       | SM 4500 - S <sup>-2</sup> B/D/H | < 0,05         | < 0,05                                | -                                     | max 0,05 mg/L             |
| Hidrocarburos Totales (HTP)  | Hidrocarburos Totales (HTP)                                    | mg/l           | 2                       | EPA 418.1                       | < 0,5          | < 0,5                                 | -                                     | Ausencia                  |
|  | Grasas y aceites   | mg/l           | 2                       | EPA 413.2                       | < 0,5          | < 0,5                                 | -                                     | Ausencia                  |
| Hidrocarburos Aromáticos Volátiles (BTEX)  | Benceno  | µg/l (mg/l)    | 2                       | EPA 5021 A/ 8015 C              | < 10           | < 10                                  | Máx. 10 µg/l                          |                           |
|  | Tolueno  | µg/l (mg/l)    | 2                       | EPA 5021 A/ 8015 C              | < 10           | < 10                                  | -                                     |                           |
|  | Etilbenceno  | µg/l (mg/l)    | 2                       | EPA 5021 A/ 8015 C              | < 10           | < 10                                  | -                                     |                           |
|  | m, p- Xilenos  | µg/l (mg/l)    | 2                       | EPA 5021 A/ 8015 C              | < 10           | < 10                                  | -                                     |                           |
|  | o- Xilenos   | µg/l (mg/l)    | 2                       | EPA 5021 A/ 8015 C              | < 10           | < 10                                  | -                                     |                           |
| Sub.Desinf.  | Cloro Residual Libre/ Total                                    | mg/l           | 2                       | SM 4500-Cl G                    | < 0,1          | < 0,1                                 | Min 0,2 mg/L                          | Ausencia                  |
| Bacter.  | B. Escherichia Coli  | esencia en 100 | 1                       | SM 17 ed.                       | Ausencia       | Ausencia                              | Ausencia en 100 mL                    | Ausencia en 250 mL        |
|  | Coliformes Totales (B. Coliformes)                             | NMP/100 ml     | 1                       | SM 17 ed.                       | < 3            | < 3                                   | NMP <=3                               |                           |
| 1- Laboratorio Municipalidad de Comodoro Rivadavia                                   |  |                |                         |                                 |                |                                       |                                       |                           |
| 2- Laboratorio Induser   |  |                |                         |                                 |                |                                       |                                       |                           |

En el anexo 9.2 se adjunta los protocolos analíticos correspondientes.

### 5.2.5.3- Evaluación de los resultados obtenidos:

En un análisis químico completo debe verificarse que la suma de miliequivalentes de aniones es igual a la suma de miliequivalentes de cationes. En la práctica existe una diferencia entre ambas cifras que es debida a los errores acumulados de cada una de las determinaciones individuales y a no tener en cuenta las contribuciones iónicas menores. Un valor aceptado de error debe estar en no más del 10%.

Se verifican los datos mediante el programa Easy Quim, los datos obtenidos se detallan en la tabla siguiente:

|   | Pozo A | Pozo B |
|---|--------|--------|
| <b>Aniones</b>                                | meq/L  | meq/L  |
| HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>                 | 1,98   | 2,41   |
| SO <sub>4</sub> <sup>=</sup>                  | 0,46   | 0,53   |
| Cl <sup>-</sup>                               | 0,93   | 0,90   |
| NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>                  | 0,08   | 0,08   |
| Cl <sup>-</sup> +NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> | 1,01   | 0,98   |
| sum aniones                                   | 3,45   | 3,92   |
| <b>cationes</b>                               |        |        |
| Na <sup>+</sup> + K <sup>+</sup>              | 3,46   | 3,77   |
| Na <sup>+</sup>                               | 3,43   | 3,74   |
| K <sup>+</sup>                                | 0,03   | 0,03   |
| Ca <sup>++</sup>                              | 0,30   | 0,30   |
| Mg <sup>++</sup>                              | 0,33   | 0,08   |
| NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>                  | 0,00   | 0,00   |
| sum cationes                                  | 4,10   | 4,15   |

Tabla 5.11. Resultados del contenido de cationes y aniones en los pozos A y B en miliequivalentes por litro

El error del balance del análisis viene dado por:

Error %=  $200 * (\text{suma de cationes} - \text{suma de aniones}) / (\text{suma de cationes} + \text{suma de aniones})$

Error % = Pozo A: 17,13                      Pozo B: 5,80

En función los resultados de laboratorio obtenidos pueden clasificarse las aguas según el contenido de residuo seco, su dureza y su composición iónica. A continuación se detalla las clasificaciones obtenidas:

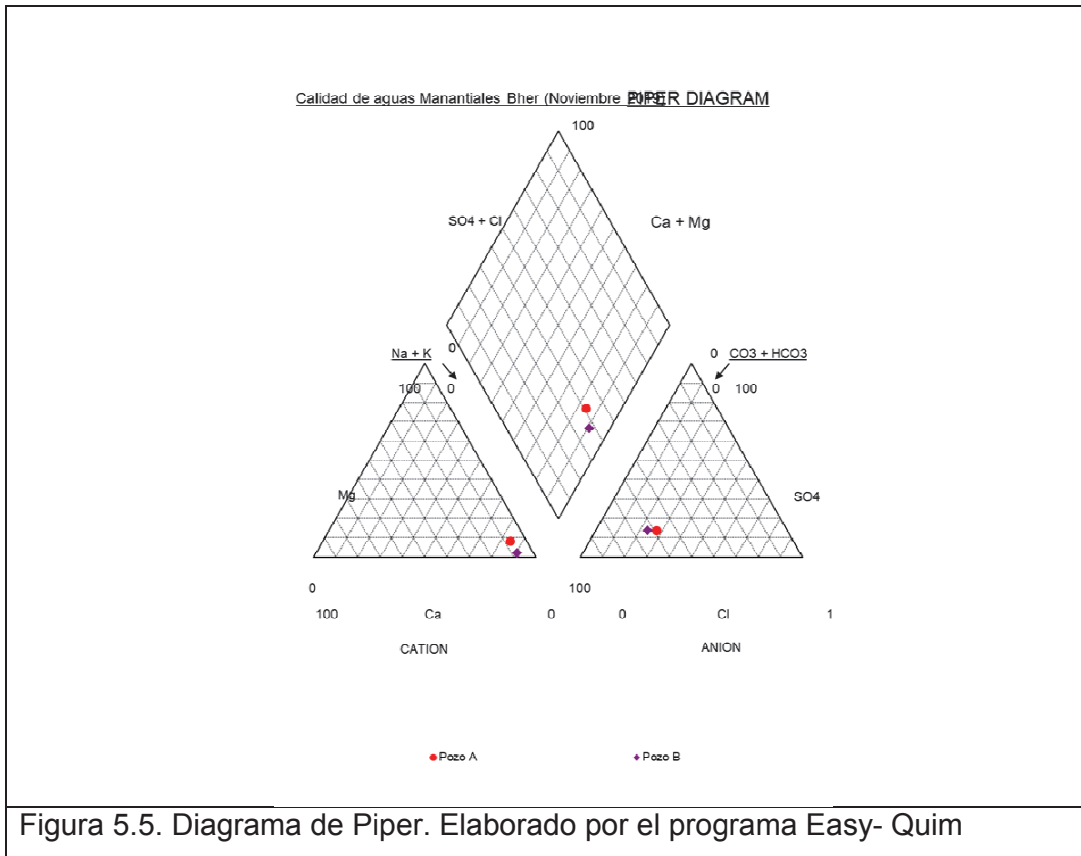
Clasificaciones simples:

Por el residuo seco: según la concentración de sólidos totales disueltos (STD)

- ambas muestras se clasifican como aguas dulces ya que poseen concentraciones de STD entre 0 a 2000 ppm. (Pozo A: 226,56 ppm, pozo B: 257 ppm)

Por la dureza:

- Por la dureza, ambos pozos poseen aguas blandas o sea su contenido de  $\text{CaCO}_3$  se encuentra en el rango de 0 a 50 ppm. (Pozo A: 34 ppm, pozo B: 20 ppm)
- Por los iones dominantes, según el diagrama de PIPER como se puede apreciar en la figura 5.5 las aguas son bicarbonatadas sódicas.



Respecto a su aptitud como fuente de agua para consumo humano:

Un paso excluyente según la normativa vigente (Código Alimentario Argentino art. N° 985 sobre aguas minerales y resolución municipal N° 3443/14) es la determinación de calidad del agua del pozo. Con los análisis se busca que el agua cumpla con los estándares que determina el Código Alimentario Argentino para aguas minerales art. 985.

El pozo A cumple con lo normado en el CAA para aguas minerales.

El pozo B cumple con lo normado en el CAA para aguas minerales, salvo la turbiedad y el hierro. Según las recomendaciones de la Organización Mundial de la Salud, ambos analitos constituyen parámetros de aceptabilidad del agua. Respecto a la presencia de contaminantes indicadores de contaminación por la actividad petrolera, se verifico que no existen valores de concentración de

metales pesados, compuestos orgánicos (http, BTEX, grasas) que superen los niveles guías establecidos para aguas minerales.

Respecto a los resultados bacteriológicos se ha detectado presencia de bacterias coliformes totales.

#### **5.2.5.4- Discusión de los resultados:**

\* Debido a la presencia de bacterias coliformes, deben realizarse una desinfección de las instalaciones antes de su conexión al sistema general de distribución de agua para consumo humano. El sistema de distribución general cuenta con una sala de cloración permanente.

\* Se debe buscar laboratorios que tengan límites de detección por debajo de lo normado en el CAA, ya que los resultados informados solo mencionan por debajo del máximo permitido para los parámetros Bario, Plomo, Mercurio, Plata, Sulfuro de hidrogeno, hidrocarburos totales de petróleo, esto permite evaluar la tendencia de estos analitos.

\* Si bien el valor de arsénico en el pozo B cumple con la calidad de agua mineral, si lo comparamos con agua para consumo humano se encuentra elevado al doble de la concentración, por lo que se recomienda monitorear en el pozo B el arsénico.

\*Evaluar la tendencia de los analitos Arsénico en el punto de distribución general del sistema de captación de Manantiales Behr.

\* Los pozos de agua A y B forman parte de una batería de pozos que aportan agua al acueducto Manantiales Behr, se recomienda permitir su conexión y monitorear en el tiempo hierro y turbiedad para comprobar que un mayor purgado permita la limpieza del pozo.

\* El error en la determinación se presume se puede deber a que se utilizaron dos laboratorios diferentes, con el fin de reducir gastos. Se recomienda que los análisis sean determinados por un mismo laboratorio, para descartar errores.

### 5.2.6- Armado de puente:

Una vez finalizado los ensayos hidráulicos y recolectadas las muestras de agua necesarias, se procede con el armado de los puentes definitivos. En el esquema siguiente se detalla los elementos que componen el puente.

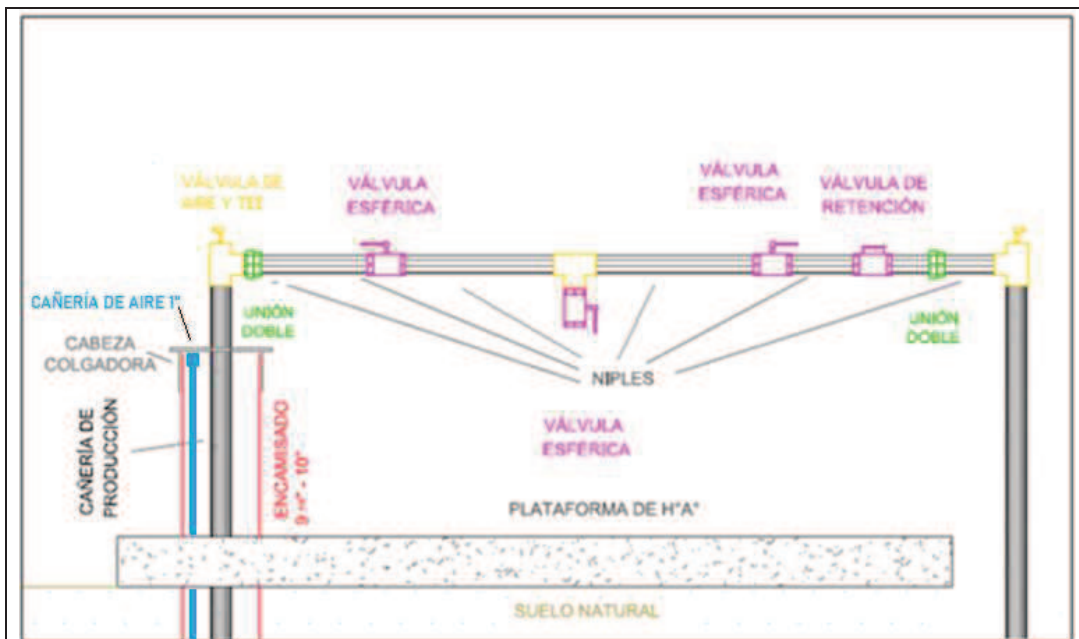


Figura 5.6. Esquema general de puente de producción

### 5.2.7- Desinfección

La etapa previa a la habilitación es la desinfección de las instalaciones para ello se utilizó hipoclorito de sodio con una concentración de 80gr cloro/l, la cual se suministró al pozo directamente en boca de pozo. Se agregaron 3 litros de la solución desinfectante y luego se recirculo el agua para lograr la mezcla de la misma en el agua. Se midió in situ la concentración de cloro mediante un

medidor colorimétrico, pero no fue efectivo ya que la concentración de cloro fue mayor a la escala del método del utilizado.

Desinfección pozo A: 3 lts. De hipoclorito de sodio al 3%

Desinfección pozo B: 3 lts de hipoclorito de sodio al 3%

### **5.2.8- Terminación de pozo:**

Para finalizar la intervención se construyó una platea de hormigón para impermeabilizar la entrada a la boca del pozo. La platea tiene una pendiente hacia el exterior de la boca de pozo para evitar que los líquidos que pudieran derramarse ingresen al pozo.

#### **5.2.8.1 Vista instalación final Pozo A**



Imagen 5.19. Vista general pozo A

### 5.2.8.2- Vista instalación final Pozo B



Imagen 5.20. Vista general pozo B

### 5.3- Habilitación de conexión del pozo

Una vez culminada las tareas de intervención y verificado los valores de calidad del agua, se confecciona el documento administrativo que autoriza la conexión del pozo al sistema de distribución de agua de la ciudad de Comodoro. Rivadavia. El mencionado documento establece las condiciones que debe cumplir el operador del servicio respecto a las adecuaciones, controles y monitoreos que se debe realizar periódicamente, para permitir que el pozo aporte agua al sistema de distribución. En el anexo 9.3 se adjuntan modelos de resoluciones de autorización de conexión de los pozos A y B.

Para la elaboración de la disposición de autorización, se evaluó el grado de cumplimiento de la resolución N° 3443/14 y de la calidad del agua según el

CAA. Los ítems que al momento no se han cumplido se incorporaran a la resolución, otorgando plazos para su cumplimiento.

### **5.3.1- Resumen de requerimientos**

En resumen se establecen los siguientes requerimientos:

Respecto a la calidad del agua:

- frecuencias de monitoreo de agua respecto a los valores de arsénico con una frecuencia trimestral durante el primer año, para el pozo B
- Presentar plan de monitoreo del yacimiento Manantiales Behr en un plazo de 6 meses, para ser evaluado por la autoridad de aplicación.

Respecto a la operación de los pozos:

- Llevar un registro diario de la operación de los pozos, que incluya puestas o salidas de servicio y caudal que aporta (según se opere a válvula abierta o estrangulada). La medición de niveles estáticos será registrada 24 hs. después de cada salida de servicio del pozo y los niveles dinámicos, de corresponder, se medirán con una frecuencia semanal los primeros 45 días de puesto en servicio el pozo y luego con una frecuencia mensual.
- Mantener limpias las locaciones

Respecto a la adecuación de las instalaciones:

- Cercar el pozo, para evitar el acceso de personas no autorizadas.
- Dotar de un contador de agua adecuado para medir volúmenes de agua extraídos y manómetro.

## **6 – CONCLUSIONES**

Se intervinieron dos pozos de captación profundos que se encontraban fuera de servicio por primera vez en 70 años. El resultado final fue la puesta en servicio de los dos pozos.

La calidad del agua cumple con la normativa vigente.

Las intervenciones cumplieron parcialmente con lo normado en la resolución N° 3443/14.

Se autoriza la conexión de los pozos mediante disposiciones, en los anexos se establecieron requerimientos con plazos para cumplir con todos los puntos de la norma.

Se incorporaron elementos que permitirán controlar los niveles estáticos y dinámicos del acuífero (piezómetros), lo que permitirá a futuro obtener datos de su comportamiento y optimizar su control.

Se determinaron el régimen de explotación de los pozos, este dato debe ser corroborado una vez puesto en servicio el pozo. No se verificó aumento de rendimiento respecto los caudales obtenidos originalmente.

Se establecieron recomendaciones para la contratista en una futura intervención, las cuales deben ser incorporadas en un futuro pliego para lograr su cumplimiento efectivo.

## **7 – RECOMENDACIONES**

En próximas tareas de intervención considerar incorporar limpieza química y verificar que se cumpla la etapa de desarrollo.

Antes de cada intervención se debe confeccionar una planilla donde consten los datos históricos del pozo a ser: año de construcción, materiales, profundidad de pozo, caudales históricos, tipo de bomba, profundidad de bomba, estado del pozo previo a la intervención, si estuviera fuera de servicio se debiera informar tiempo, motivo, fecha de ultima intervención.

Planificar las tareas previamente, confeccionando para cada etapa una planilla donde se informe el procedimiento a utilizar. Por cada etapa se debe anotar todos los datos de campo, tiempos de inicio y finalización de jornada, mediciones de campo, tiempo de purga, operarios a cargo, indicando responsables.

Para cada etapa se debe evaluar el entorno y los impactos que se puedan generar, por ejemplo durante el desarrollo y el ensayo de bombeo se purga gran cantidad de agua, lo que debe ser previamente evaluado a fin de evitar anegamiento de caminos y locaciones, se debe considerar captar el agua para uso posterior.

Para evitar faltantes de datos se recomienda que la autoridad de aplicación elabore planillas de intervención por cada etapa donde se indique la información que debe volcar el contratista, siendo esto un requisito obligatorio para su certificación, la cual debe rubricar el personal interviniente. En el anexo 10.4., se adjunta una planilla modelo que incluye todas las tareas necesarias para rehabilitar un pozo.

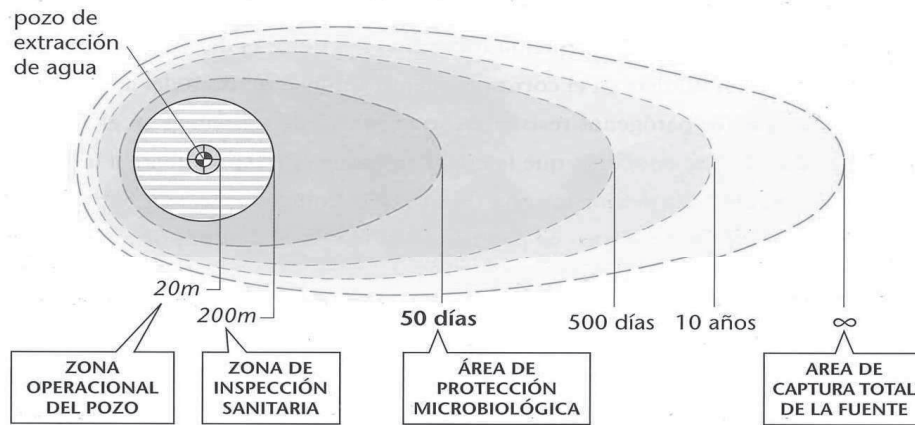
Hay etapas en las que se necesitan profesionales idóneos a ser hidrogeólogos, químicos y/o geólogos, esto debería incluirse en el pliego de obra para evitar accidentes, usos incorrectos de materiales y pérdidas de tiempo.

Los pozos se encuentran emplazados en un yacimiento petrolero, siendo necesario establecer áreas de protección de la fuente, lo cual debe ser consensuado con la Autoridad de Aplicación. Estas deben limitarse para otorgar una vigilancia contra la contaminación (Foster, 2003) a ser:

Contaminantes que decaen con el tiempo, donde el tiempo de residencia subsuperficial es la mejor medida de protección y contaminantes no degradables, donde se debe considerar la dilución que depende de la trayectoria del flujo.

Esquema idealizado de áreas de protección en pozos de captación.

a) acuífero no confinado



b) acuífero localmente confinado

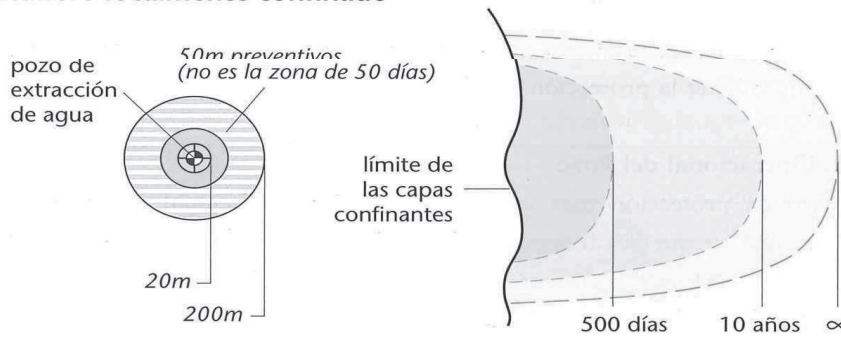


Figura 7.1. Esquema idealizado de áreas de captura y perímetros según el tiempo de tránsito alrededor de un pozo de producción Fte: Foster, 2003

## 8- AGRADECIMIENTOS

*Quiero agradecer a mi co-director el Dr. Daniel Mársico, quien con sus conocimientos y apoyo, me guió a través de cada una de las etapas de este proyecto para alcanzar los resultados que buscaba.*

*También a mi tutor el Esp. Daniel González, Subsecretario de Ambiente por ponerme a disposición todos los recursos y herramientas que fueron necesarios para llevar a cabo el proceso de investigación. No hubiese podido arribar a estos resultados de no haber sido por su incondicional ayuda.*

*A la Ing. Cristina Marozzi quien me acompañó durante toda la carrera y en este último tramo final, en tiempos de pandemia supo alentarme hasta su culminación, por lo cual estoy eternamente agradecida.*

*Al equipo de la Dirección de Gestión Ambiental de Aguas, Lic. Luciana Gómez y Geol. Federico Sánchez, quienes me han aportado sus conocimientos y acompañamiento durante las tareas de campo y gabinete.*

*A la Municipalidad de Comodoro Rivadavia y en especial a la Subsecretaría de Ambiente por el aporte de datos e información.*

*Por último, a todos mis compañeros, amigos y familia, por apoyarme aún cuando mis ánimos decaían. Quiero hacer mención a mi madre, quien me brindó ayuda, su tiempo y dedicación y me incentivo a culminar esta etapa.*

## 9- BIBLIOGRAFÍA

**Auge, M. et al. 2009.** “Hidrogeología del Acuífero Manantiales Behr Comodoro Rivadavia - Chubut- Argentina” Aportes de la Hidrogeología al conocimiento de los Recursos Hídricos. AIHGA-Amerindia, Santa Rosa, vol I, pp 85–95.

**Custodio, E y Llamas, M. 2001.** “ Hidrología Subterránea”. Editorial Omega. 2da Ed. 2350 p.

**ENOHSA** “Guías para la presentación de proyectos de agua potable”. Ente Nacional de Obras Hídricas y Saneamiento.

**Foster, S. et al. 2003.** “Protección de la calidad del agua subterránea” . Banco Mundial. Editorial Mundi-Prensa Libros S.A. 1era ed. 115p.

**Gibson,U. et al. 1979.** “Manual de los pozos pequeños” Editorial Limusa. 1era ed. 183p.

**Simeoni, A. 1986.** “Estudio Hidrogeológico de Manantiales Behr” Dirección General de Estudios y Proyectos –Ministerio de Economía, Servicios y Obras Públicas Provincia del Chubut.

**Weinzettel, Pablo. 2011.** “Apuntes sobre exploración y captación de aguas subterráneas”. UNCOMA-UNPSJB-UNPA.

Trabajos:

Estudio hidrogeológico de pozos de captación de agua- CAPSA Yacimiento Diadema-2014 “HIDROAR S.A”

Diagnóstico ambiental sobre los recursos aire, agua y suelo del ejido urbano de Comodoro Rivadavia- 2006 “Ingeo- Consultora en proyectos ambientales y geofísicos”.

Links:

<https://cohife.org/Captacion de Aguas Subteraneas.pdf>

**García, R. F. 2018.** “Apuntes sobre captación de aguas subterráneas”. Secretaria de Infraestructura y Política Hídrica-Ministerio del Interior, Obras Publicas y Vivienda – COHIFE-FONCYT- Universidad Nacional de La Pampa. (Visto 08/10/2021).

[http://aquabook.agua.gob.ar/411\\_0](http://aquabook.agua.gob.ar/411_0)

Herramienta pedagógica con contenidos que describen la realidad hídrica en contextos internacionales, nacionales y locales. (visto 15/10/2021).

<http://www.ambiente.chubut.gov.ar/wp-content/uploads/2014/10/2014-08-IAP-Instalaciones-LE-Informe.pdf>

Informe Ambiental del Proyecto “Montaje de colectora auxiliar La Enramada e instalaciones asociadas” Yacimiento Manantiales Behr Provincia del Chubut, 2014. YPF S.A. (visto 4/08/2021).

<https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/272403/9789243549958-spa.pdf?ua=1>

Guías para la calidad del agua de consumo humano- 2011. Organización mundial de la salud. (Visto 4/11/2021)

## **10- ANEXOS**

### **10.1- Informe ensayos de bombeo.**

- a) Ensayos de bombeo pozo A.**
- b) Ensayos de bombeo pozo B.**

### **10.2- Protocolos analíticos.**

### **10.3- Disposiciones de autorización.**

### **10.4 - Planilla registro de tareas en campo.**

**10.1. a) Informe ensayo de bombeo pozo A (C86A)**

## Informe N°19-040-IN-01

**Obra: Trabajos Acuífero Manantiales Behr**

**Interesado: MCR**

**Solicitante: SCPL**

**Fecha: 4/11/2019**

### 1. INTRODUCCIÓN

Por solicitud de SCPL, posterior a las tareas de mantenimiento en el pozo de agua C86A, se han realizado una serie de ensayos hidráulicos, con el objetivo de determinar los parámetros del acuífero: transmisividad, permeabilidad y coeficiente de almacenamiento, además obtener el caudal crítico y recomendado de explotación, como así también la eficiencia del pozo.

### 2. UBICACIÓN

El pozo de agua C86A, se encuentra en el Yacimiento Manantiales Behr, operado por la empresa SCPL, a 25 kilómetros al noroeste de la localidad de Comodoro Rivadavia, siendo sus coordenadas:

S 45° 42' 5"

W 67° 44' 33"

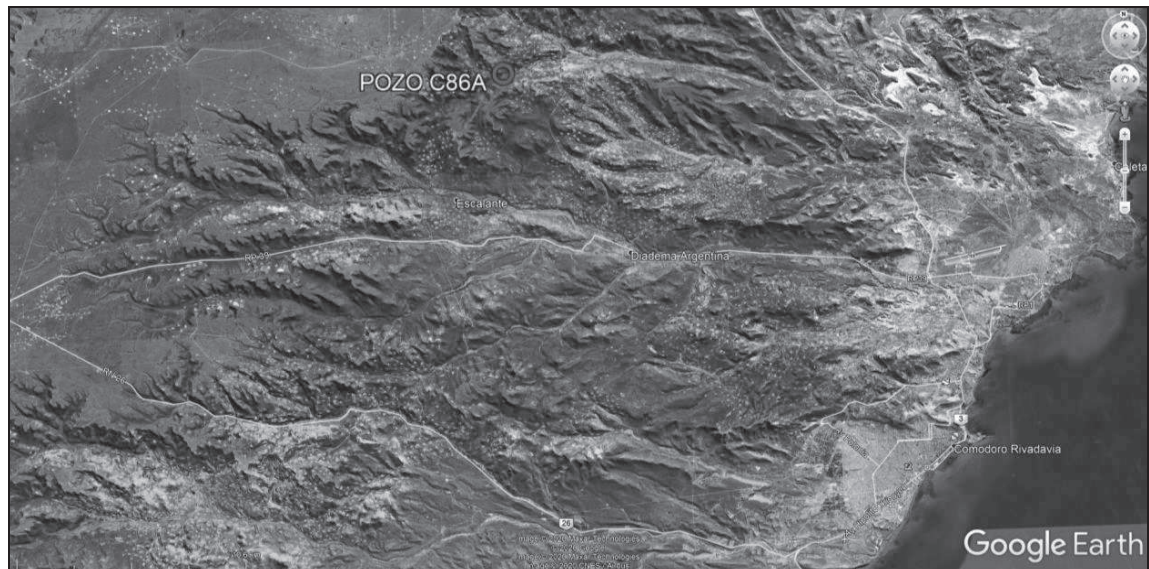


Imagen 1: Ubicación pozo C86A.

### 3. METODOLOGÍA

Se han realizado los siguientes ensayos hidráulicos:

- Bombeo corto a caudal de la bomba.
- Ensayo de bombeo a caudal variable.
- Ensayo de recuperación.

El pozo de agua C86A se encontraba con una bomba instalada, por lo tanto, se utilizó la misma para los ensayos.

El registro de variaciones de niveles de agua fue realizado en forma manual con sonda de cinta plana y graduación milimétrica.

El caudal de los ensayos se midió en forma volumétrica con barril de 200 litros.

Del registro de datos de profundidad de nivel de agua en función del tiempo (planillas de campo) se obtienen una serie de gráficos que nos permiten obtener los parámetros hidráulicos del acuífero a partir de diferentes métodos. Y finalmente determinar las características hidráulicas del pozo.

### 4. RESULTADOS Y CONCLUSIONES

Ensayos hidráulicos:

Con los valores de nivel estático de agua en el pozo y el registro de caudales, descensos y ascensos en función del tiempo se realizaron los siguientes ensayos hidráulicos:

#### Bombeo corto a caudal de la bomba:

El ensayo se realizó con un caudal de 458 m<sup>3</sup>/d.

El nivel estático estaba en 25,51 m.

El nivel dinámico alcanzó los 96,89 m.

| POZO C86A      |          |                |               |              |
|----------------|----------|----------------|---------------|--------------|
| COTA (m):      | 454      | PROF BBA (m)   | 98            |              |
| PROF POZO (m): | 117      | RADIO POZO (m) | 0,127         |              |
| BOMBEO         |          |                |               |              |
| NE (m)         | 25,51    |                |               |              |
| TIEMPO (min)   | PROF (m) | CAUDAL         | DESC REAL (m) | DESC EST (m) |
| 1              | 34,51    |                | 9,00          |              |
| 2              | 41,56    |                | 16,05         |              |
| 3              | 48,08    |                | 22,57         |              |
| 4              | 54,04    |                | 28,53         |              |
| 5              | 59,19    | 7,4 l/s        | 33,68         |              |
| 6              | 64,23    | 26,64 m3/h     | 38,72         |              |
| 7              | 68,64    | 639,36 m3/d    | 43,13         |              |
| 8              | 72,565   |                | 47,06         |              |
| 9              | 75,57    |                | 50,06         |              |
| 10             | 78,49    |                | 52,98         | 52,98        |
| 15             | 91,095   |                | 65,59         | 66,00        |
| 20             | 96,74    | 5,3 l/s        | 71,23         | 73,00        |
| 25             | 96,89    | 19 m3/h        | 71,38         | 76,00        |
| 30             | 96,89    | 458 m3/d       | 71,38         | 78,00        |
| 45             | 96,89    |                | 71,38         | 80,00        |
| 60             | 96,89    |                | 71,38         | 81,00        |

Tabla 1: datos de campo de bombeo corto.

Este tipo de ensayo nos permitió tener una aproximación rápida del comportamiento del pozo respecto al bombeo.

El caudal de la bomba disminuye en función del tiempo, y la misma está sobredimensionada respecto a lo que produce el pozo, debido a que aproximadamente a los 60 minutos de bombeo se alcanza la profundidad de succión de la bomba; y los descensos son exagerados.

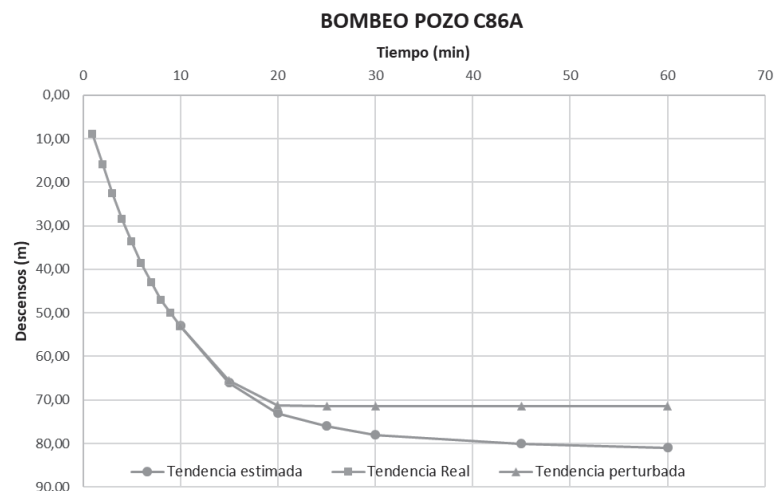


Gráfico 1: descensos en función del tiempo.

La tendencia real y perturbada son la representación de los datos registrados en campo. Se discrimina en tendencia perturbada a los datos registrados cuando se alcanzó el nivel de succión de la bomba.

La tendencia estimada, son valores ponderados, para continuar la tendencia real.

Ensayo de Recuperación:

| POZO C86A    |          |              |         |
|--------------|----------|--------------|---------|
| RECUPERACIÓN |          |              |         |
| NE (m)       | 25,51    |              |         |
| TIEMPO (min) | PROF (m) | DESC RES (m) | (t+T)/t |
| 1            | 87,18    | 61,67        | 61      |
| 2            | 80,03    | 54,52        | 31      |
| 3            | 74,65    | 49,14        | 21      |
| 4            | 70,35    | 44,84        | 16      |
| 5            | 65,175   | 39,665       | 13      |
| 6            | 60,27    | 34,76        | 11      |
| 7            | 55,63    | 30,12        | 9,57    |
| 8            | 51,33    | 25,82        | 8,5     |
| 9            | 47,05    | 21,54        | 7,67    |
| 10           | 43,09    | 17,58        | 7       |
| 15           | 28,56    | 3,05         | 5       |
| 20           | 26,875   | 1,365        | 4       |
| 25           | 26,613   | 1,103        | 3,4     |
| 30           | 26,48    | 0,97         | 3       |
| 45           | 26,255   | 0,745        | 2,33    |
| 60           | 26,13    | 0,62         | 2       |
| 90           | 25,995   | 0,485        | 1,67    |
| 300          | 25,75    | 0,24         | 1,2     |

Tabla 2: datos de campo para ensayo de recuperación.



Gráfico 2: descenso residual en función del tiempo.

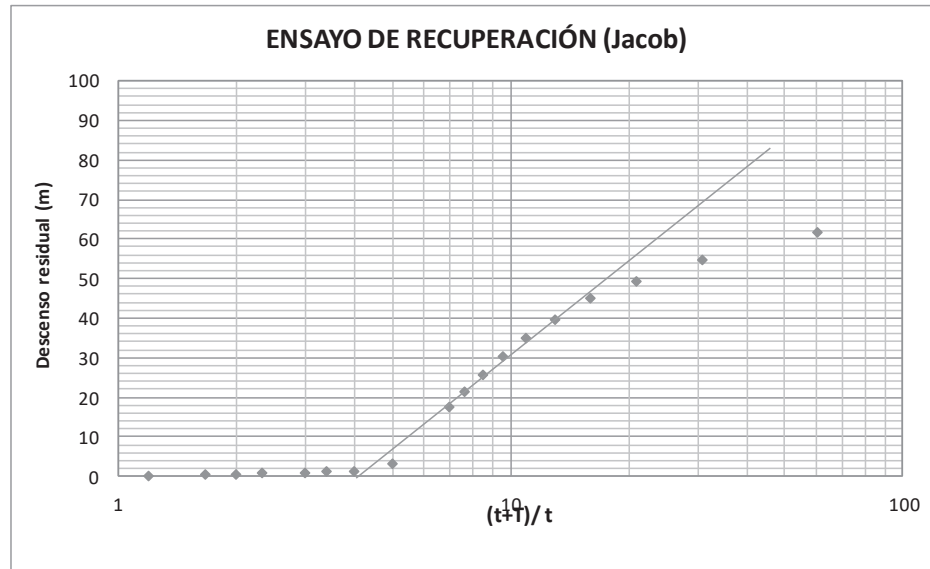


Gráfico 3: método de recuperación de Jacob.

Del ensayo de recuperación se obtiene una transmisividad de  $4,36 \times 10^{-2}$  m<sup>2</sup>/h (1,05 m<sup>2</sup>/d).

Sin embargo, la bomba instalada en el pozo C86A, no cuenta con válvula de retención, por lo tanto, el agua alojada en la cañería de la bomba afecta el registro de datos, la interpretación y los resultados obtenidos a partir de este ensayo. Se sugiere no considerar el ensayo de recuperación.

#### Ensayo Escalonado:

El ensayo se realizó con caudales variables y crecientes de 115,95 m<sup>3</sup>/d y 261,792 m<sup>3</sup>/d.

Cada escalón tuvo una duración de 150 minutos, condicionado por el caudal de la bomba, la presión máxima de cañería (33,13 kg/cm<sup>2</sup>) y la sensibilidad de la válvula esférica.

Este ensayo permitió obtener el caudal crítico y recomendado de explotación, y la eficiencia del pozo.

| POZO C86A    |              |          |          |             |         |
|--------------|--------------|----------|----------|-------------|---------|
| ESCALONADO   |              |          |          |             |         |
| NE (m)       | 25,51        |          |          |             |         |
| TIEMPO (min) | TIEMPO (min) | PROF (m) | DESC (m) | CAUDAL      | PRESIÓN |
| 1            | 1            | 27,25    | 1,74     |             |         |
| 2            | 2            | 27,55    | 2,04     |             |         |
| 3            | 3            | 27,76    | 2,25     |             |         |
| 4            | 4            | 27,84    | 2,33     |             |         |
| 5            | 5            | 27,905   | 2,395    |             |         |
| 6            | 6            | 27,95    | 2,44     |             |         |
| 7            | 7            | 28       | 2,49     |             |         |
| 8            | 8            | 28,03    | 2,52     |             |         |
| 9            | 9            | 28,05    | 2,54     |             |         |
| 10           | 10           | 28,07    | 2,56     | 1,342l/s    | 15      |
| 15           | 15           | 28,16    | 2,65     | 4,831m3/h   |         |
| 20           | 20           | 28,2     | 2,69     | 115,95m3/d  |         |
| 25           | 25           | 28,25    | 2,74     |             |         |
| 30           | 30           | 28,275   | 2,765    | 1,342l/s    |         |
| 40           | 40           | 28,32    | 2,81     | 4,831m3/h   |         |
| 50           | 50           | 28,36    | 2,85     | 115,95m3/d  |         |
| 60           | 60           | 28,4     | 2,89     |             |         |
| 90           | 90           | 28,47    | 2,96     | 1,344l/s    |         |
| 120          | 120          | 28,52    | 3,01     | 4,838m3/h   |         |
| 150          | 150          | 28,58    | 3,07     | 116,122m3/d |         |
| 151          | 1            | 30,64    | 5,13     |             |         |
| 152          | 2            | 31,45    | 5,94     |             |         |
| 153          | 3            | 31,94    | 6,43     |             |         |
| 154          | 4            | 32,25    | 6,74     |             |         |
| 155          | 5            | 32,44    | 6,93     |             |         |
| 156          | 6            | 32,575   | 7,065    |             |         |
| 157          | 7            | 32,66    | 7,15     |             |         |
| 158          | 8            | 32,72    | 7,21     |             |         |
| 159          | 9            | 32,78    | 7,27     |             |         |
| 160          | 10           | 32,82    | 7,31     | 3,077l/s    | 12      |
| 165          | 15           | 32,95    | 7,44     | 11,077m3/h  |         |
| 170          | 20           | 33,04    | 7,53     | 265,853m3/d |         |
| 175          | 25           | 33,12    | 7,61     |             |         |
| 180          | 30           | 33,17    | 7,66     | 3,03l/s     |         |
| 190          | 40           | 33,325   | 7,815    | 10,908m3/h  |         |
| 200          | 50           | 33,45    | 7,94     | 261,792m3/d |         |
| 210          | 60           | 33,56    | 8,05     |             |         |
| 240          | 90           | 33,89    | 8,38     |             |         |
| 270          | 120          | 34,19    | 8,68     | 3,03l/s     |         |
| 300          | 150          | 34,51    | 9        | 10,908m3/h  |         |
|              |              |          |          | 261,792     |         |

Tabla 3: datos de campo para ensayo escalonado.

ENSAYO ESCALONADO POZO C86A

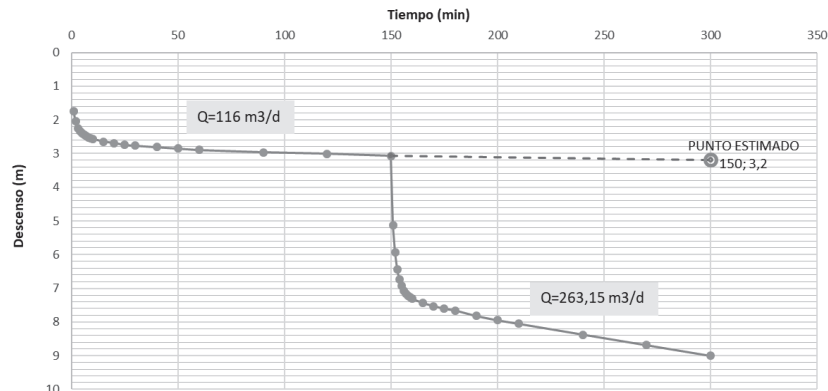
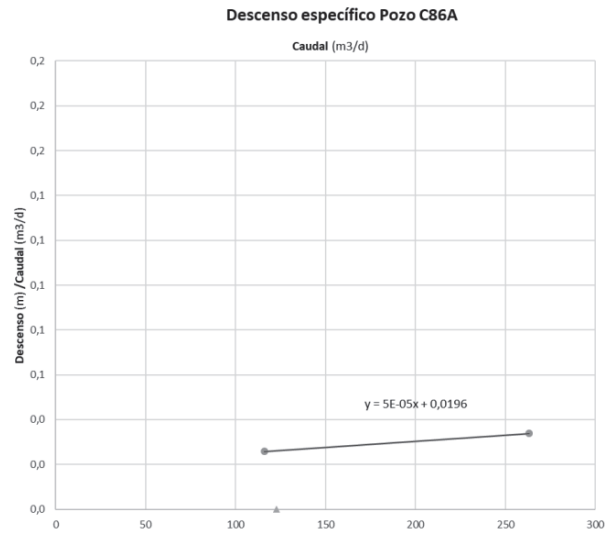


Gráfico 6: descensos en función del tiempo para tres caudales diferentes.

| Escalón | Caudal (m3/d) | Descenso (m) | Caudal esp | Desc esp |
|---------|---------------|--------------|------------|----------|
| 1       | 116           | 3            | 38,667     | 0,026    |
| 2       | 263,15        | 8,9          | 29,567     | 0,034    |

Tabla 4: Caudales y descensos.



Descenso específico: Mide la depresión por cada metro cúbico por día que se extrae del pozo.

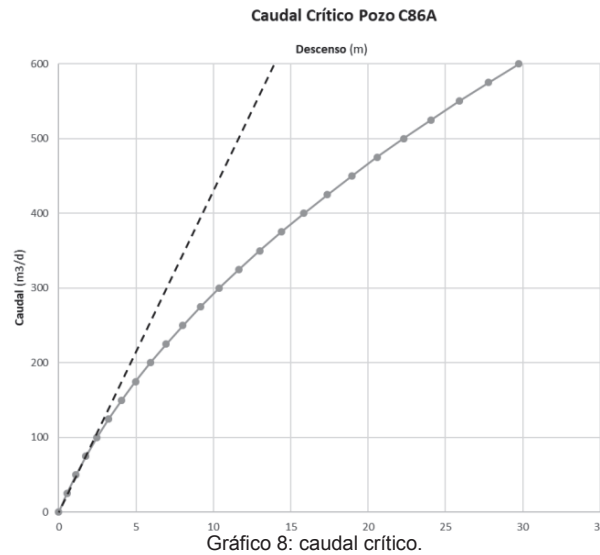
De este gráfico pudo calcularse la ecuación característica del pozo, siendo:

$$S = 0.0196 * Q + 5e^{-5} * Q^2$$

Esta ecuación es muy importante ya que tiene en cuenta las pérdidas de carga existentes en la formación y en el pozo y nos permite calcular el descenso real en un pozo para diferentes caudales.

| CAUDAL (m3/d) | DESC REAL (m) |
|---------------|---------------|
| 1             | 0,01965       |
| 10            | 0,201         |
| 20            | 0,412         |
| 30            | 0,633         |
| 40            | 0,864         |
| 50            | 1,105         |
| 100           | 2,46          |

Tabla 5: estimación de descensos reales a partir de caudales.



Caudal crítico: caudal de explotación a partir del cual los descensos empiezan a ser más significativos. Es decir, empieza a disminuir la eficiencia del pozo. Hay que tener en cuenta la profundidad del pozo y de la bomba ya que también van a condicionar la explotación. En este caso de acuerdo al gráfico el caudal crítico es de 50 m<sup>3</sup>/d generando un descenso de 1,105 metros. El caudal óptimo de explotación se sugiere que sea ligeramente menor al caudal crítico.

Eficiencia: Relaciona el descenso teórico respecto al descenso real (con pérdidas en pozo y formación). Es muy útil para conocer la calidad de construcción de un pozo. Si se supera el caudal crítico, la eficiencia del pozo disminuye.

| CAUDAL (m <sup>3</sup> /d) | EFICIENCIA % |
|----------------------------|--------------|
| 10                         | 97,512       |
| 50                         | 88,688       |
| 100                        | 79,675       |

Tabla 6: cálculo de la eficiencia del pozo para diferentes caudales.

La eficiencia del pozo C86A es de 88,7% en caudal crítico de explotación. Se han utilizado los datos del primer escalón para tener una aproximación de los parámetros hidráulicos. Los mismos se han interpretado con ayuda de los softwares Acuífer Test Pro, y Excel, sin embargo, en intervenciones futuras se sugiere realizar un ensayo de bombeo de 24hs, con el mínimo caudal posible, sin superar la presión de cañería sugerida.

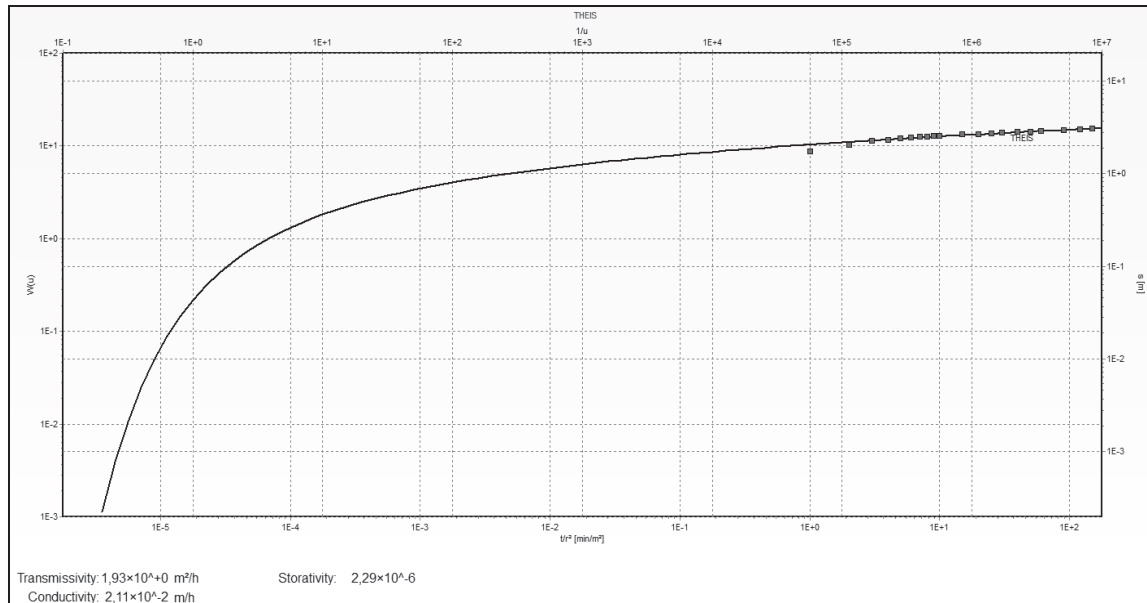


Gráfico 7: método de Theis.

Utilizando el método de Theis el programa calculó una transmisividad de  $1,93 \text{ m}^2/\text{h}$  ( $46,32 \text{ m}^2/\text{d}$ ), un coeficiente de almacenamiento de  $2,29 \times 10^{-6}$ , y una conductividad hidráulica de  $2,11 \times 10^{-2} \text{ m/h}$ .

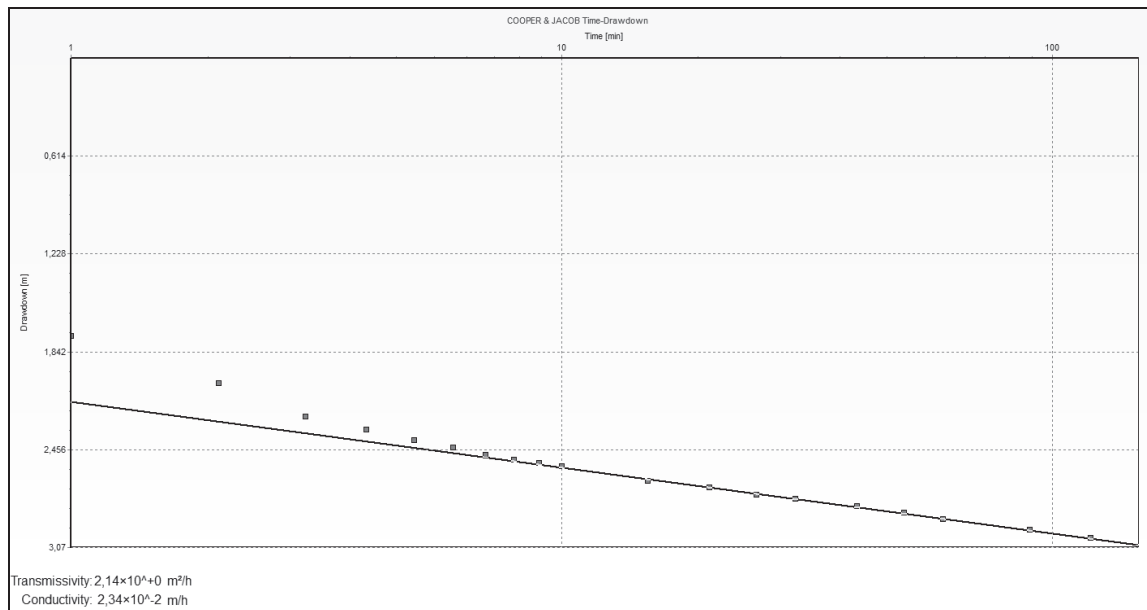


Gráfico 8: método de Cooper-Jacob.

Utilizando el método de Cooper - Jacob el programa calculó una transmisividad de  $2,14 \text{ m}^2/\text{h}$  ( $51,36 \text{ m}^2/\text{d}$ ) y una conductividad hidráulica de  $2,34 \times 10^{-2} \text{ m/h}$ .

NOTA: Esos cálculos e interpretaciones corresponden al pozo en particular. No son válidos para un sistema asociado de conducción de agua, o la presencia de otros pozos cercanos que se arranque o detenga el bombeo durante la ejecución del ensayo de bombeo.

Comodoro Rivadavia, 10/02/2020



ALEJANDRO CÉSAR BURGOS  
GEÓLOGO - HIDROGEÓLOGO  
M.P. N° 248



EDUARDO TORRES  
ING. CIVIL M.P. N° 1362

## **10.1. b) Informe ensayo de bombeo pozo B (C52A)**

## Informe N°19-040-IN-07

**Obra: Trabajos Acuífero Manantiales Behr**

**Interesado: MCR**

**Solicitante: SCPL**

**Fecha: 20/11/2019**

### 1. INTRODUCCIÓN

Por solicitud de SCPL, posterior a las tareas de mantenimiento en el pozo de agua C52A, se han realizado una serie de ensayos hidráulicos, con el objetivo de determinar los parámetros del acuífero: transmisividad, permeabilidad y coeficiente de almacenamiento, además obtener el caudal crítico y recomendado de explotación, como así también la eficiencia del pozo.

### 2. UBICACIÓN

El pozo de agua C52A, se encuentra en el Yacimiento Manantiales Behr, operado por la empresa SCPL, a 27 kilómetros al noroeste de la localidad de Comodoro Rivadavia, siendo sus coordenadas:

S 45° 38' 45,05"

W 67° 39' 39,06"



Imagen 1: Ubicación Pozo C52A.

### 3. METODOLOGÍA

Se han realizado los siguientes ensayos hidráulicos:

- Bombeo corto a caudal de la bomba.
- Ensayo de bombeo a caudal variable.
- Ensayo de recuperación.

El pozo de agua C52A se encontraba con una bomba instalada, por lo tanto, se utilizó la misma para los ensayos.

El registro de variaciones de niveles de agua fue realizado en forma manual con sonda de cinta plana y graduación milimétrica.

El caudal de los ensayos se midió en forma volumétrica con barril de 200 litros.

Del registro de datos de profundidad de nivel de agua en función del tiempo (planillas de campo) se obtienen una serie de gráficos que nos permiten obtener los parámetros hidráulicos del acuífero a partir de diferentes métodos. Y finalmente determinar las características hidráulicas del pozo.

### 4. RESULTADOS Y CONCLUSIONES

Ensayos hidráulicos:

Con los valores de nivel estático de agua en el pozo y el registro de caudales, descensos y ascensos en función del tiempo se realizaron los siguientes ensayos hidráulicos:

#### Bombeo corto a caudal de la bomba:

El ensayo se realizó con un caudal de 576,3 m<sup>3</sup>/d.

El nivel estático estaba en 78,865 m.

El nivel dinámico alcanzó los 154,79 m.

| POZO C52A      |          |                |               |
|----------------|----------|----------------|---------------|
| COTA (m):      | 536      | PROF BBA (m)   | 156,6         |
| PROF POZO (m): | 184      | RADIO POZO (m) | 0,127         |
| BOMBEO         |          |                |               |
| NE (m)         | 78,865   |                |               |
| TIEMPO (min)   | PROF (m) | CAUDAL         | DESC REAL (m) |
| 1              | 90,37    |                | 11,505        |
| 2              | 98,33    |                | 19,465        |
| 3              | 103,92   |                | 25,055        |
| 4              | 108,71   |                | 29,845        |
| 5              | 113,28   |                | 34,415        |
| 6              | 117,05   |                | 38,185        |
| 7              | 120,37   |                | 41,505        |
| 8              | 123,26   |                | 44,395        |
| 9              | 125,82   |                | 46,955        |
| 10             | 128,01   | 6,67 l/s       | 49,145        |
| 15             | 136,43   | 24 m3/h        | 57,565        |
| 20             | 142,06   | 576,3 m3/d     | 63,195        |
| 25             | 144,87   |                | 66,005        |
| 30             | 146,51   |                | 67,645        |
| 40             | 149,01   | 4,55 l/s       | 70,145        |
| 50             | 150,47   | 16,38 m3/h     | 71,605        |
| 60             | 151,42   | 393,12 m3/d    | 72,555        |
| 75             | 152,66   |                | 73,795        |
| 90             | 153,315  |                | 74,45         |
| 105            | 153,9    | 4 l/s          | 75,035        |
| 120            | 153,94   | 14,4 m3/h      | 75,075        |
| 135            | 154,79   | 345,6 m3/d     | 75,925        |

Tabla 1: datos de campo para bombeo corto.

Este tipo de ensayo nos permitió tener una aproximación rápida del comportamiento del pozo respecto al bombeo.

El caudal de la bomba disminuye en función del tiempo, y la misma está sobredimensionada respecto a lo que produce el pozo, debido a que aproximadamente a los 135 minutos de bombeo se alcanza la profundidad de succión de la bomba; y los descensos son exagerados.

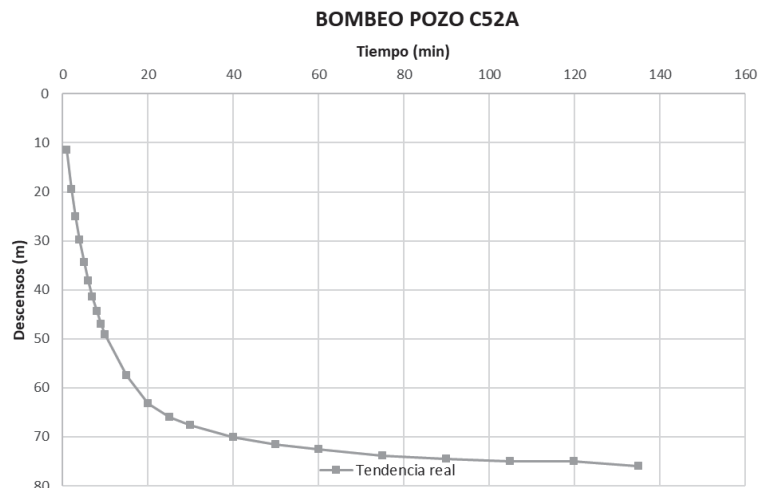


Gráfico 1: descensos en función del tiempo.

La tendencia real y perturbada son la representación de los datos registrados en campo. Se discrimina en tendencia perturbada a los datos registrados cuando se alcanzó el nivel de succión de la bomba.

La tendencia estimada, son valores ponderados, para continuar la tendencia real.

Ensayo de Recuperación:

| POZO C52A    |          |              |         |
|--------------|----------|--------------|---------|
| RECUPERACIÓN |          |              |         |
| NE (m)       | 78,865   |              |         |
| TIEMPO (min) | PROF (m) | DESC RES (m) | (t+T)/t |
| 1            | 143,14   | 64,275       | 136,00  |
| 2            | 133,81   | 54,945       | 68,50   |
| 3            | 126,27   | 47,405       | 46,00   |
| 4            | 121,54   | 42,675       | 34,75   |
| 5            | 118,91   | 40,045       | 28,00   |
| 6            | 116,26   | 37,395       | 23,50   |
| 7            | 113,81   | 34,945       | 20,29   |
| 8            | 111,55   | 32,685       | 17,88   |
| 9            | 109,39   | 30,525       | 16,00   |
| 10           | 107,3    | 28,435       | 14,50   |
| 15           | 100,05   | 21,185       | 10,00   |
| 20           | 95,56    | 16,695       | 7,75    |
| 25           | 92,71    | 13,845       | 6,40    |
| 30           | 91,01    | 12,145       | 5,50    |
| 40           | 89,06    | 10,195       | 4,38    |
| 50           | 87,88    | 9,015        | 3,70    |
| 60           | 87       | 8,135        | 3,25    |
| 75           | 86,07    | 7,205        | 2,80    |
| 90           | 85,32    | 6,455        | 2,50    |
| 120          | 84,255   | 5,39         | 2,13    |
| 1170         | 79,235   | 0,37         | 1,12    |

Tabla 2: datos de campo para ensayo de recuperación.

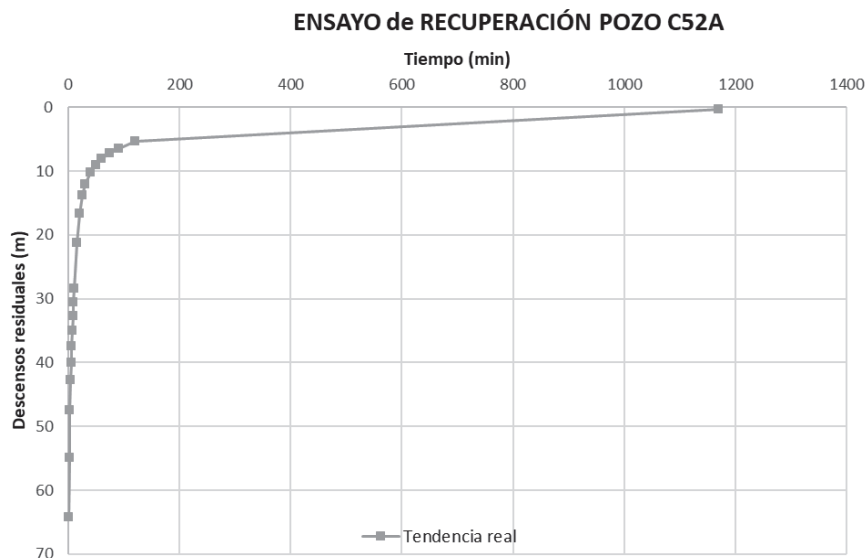


Gráfico 2: descenso residual en función del tiempo.

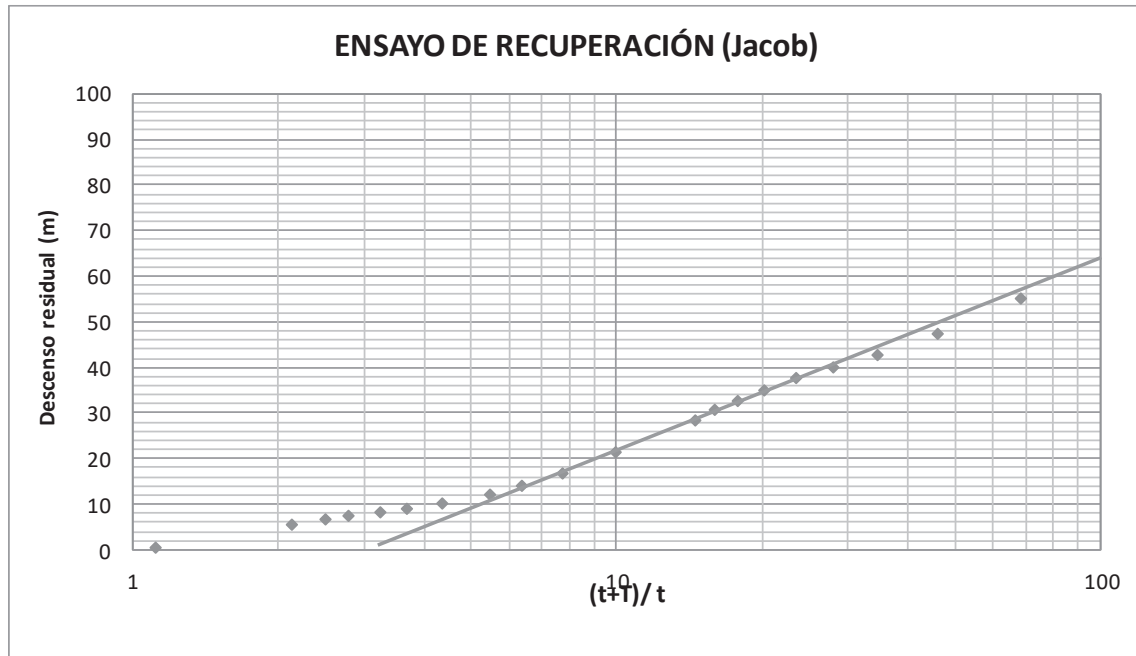


Gráfico 3: método de recuperación de Jacob.

Del ensayo de recuperación se obtiene una transmisividad de  $1 \times 10^{-1} \text{ m}^2/\text{h}$  ( $2,4 \text{ m}^2/\text{d}$ ). Sin embargo, la bomba instalada en el pozo C52A, no cuenta con válvula de retención, por lo tanto, el agua alojada en la cañería de la bomba afecta el registro de datos, la interpretación y los resultados obtenidos a partir de este ensayo. Se sugiere no considerar el ensayo de recuperación.

#### Ensayo Escalonado:

El ensayo se realizó con caudales variables y crecientes de  $71,7 \text{ m}^3/\text{d}$ ,  $236,74 \text{ m}^3/\text{d}$  y  $466,56 \text{ m}^3/\text{d}$ .

Cada escalón tuvo una duración de 60 minutos, condicionado por el caudal de la bomba, la presión máxima de cañería ( $19,67 \text{ kg/cm}^2$ ) y la sensibilidad de la válvula esférica.

Los cálculos se han realizado con los dos primeros escalones considerando un  $n=2$ . El tercer escalón se descarta por estar muy próximo a la profundidad de succión de la bomba.

Este ensayo permitió obtener el caudal crítico y recomendado de explotación, y la eficiencia del pozo.

| POZO C52A    |              |          |                          |          |
|--------------|--------------|----------|--------------------------|----------|
| ESCALONADO   |              |          |                          |          |
| NE (m)       | 79,235       |          |                          |          |
| TIEMPO (min) | TIEMPO (min) | PROF (m) | CAUDAL                   | DESC (m) |
| 1            | 1            | 88       |                          | 8,765    |
| 2            | 2            | 88,07    |                          | 8,835    |
| 3            | 3            | 88,13    |                          | 8,895    |
| 4            | 4            | 88,43    |                          | 9,195    |
| 5            | 5            | 88,86    |                          | 9,625    |
| 6            | 6            | 89,24    |                          | 10,005   |
| 7            | 7            | 89,55    |                          | 10,315   |
| 8            | 8            | 89,795   |                          | 10,56    |
| 9            | 9            | 90,04    |                          | 10,805   |
| 10           | 10           | 90,25    | 0,83 l/s                 | 11,015   |
| 15           | 15           | 90,94    | 2,99 m <sup>3</sup> /h   | 11,705   |
| 20           | 20           | 91,195   | 71,7 m <sup>3</sup> /d   | 11,96    |
| 25           | 25           | 91,38    |                          | 12,145   |
| 30           | 30           | 91,5     |                          | 12,265   |
| 40           | 40           | 91,67    |                          | 12,435   |
| 50           | 50           | 91,79    |                          | 12,555   |
| 60           | 60           | 91,87    |                          | 12,635   |
| 61           | 1            | 94,81    |                          | 15,575   |
| 62           | 2            | 96,94    |                          | 17,705   |
| 63           | 3            | 98,53    |                          | 19,295   |
| 64           | 4            | 99,55    |                          | 20,315   |
| 65           | 5            | 100,47   |                          | 21,235   |
| 66           | 6            | 101,09   |                          | 21,855   |
| 67           | 7            | 101,73   |                          | 22,495   |
| 68           | 8            | 102,46   |                          | 23,225   |
| 69           | 9            | 103,22   |                          | 23,985   |
| 70           | 10           | 103,98   | 2,74 l/s                 | 24,745   |
| 75           | 15           | 106,74   | 9,86 m <sup>3</sup> /h   | 27,505   |
| 80           | 20           | 108,18   | 236,74 m <sup>3</sup> /d | 28,945   |
| 85           | 25           | 109,12   |                          | 29,885   |
| 90           | 30           | 109,72   |                          | 30,485   |
| 100          | 40           | 110,49   |                          | 31,255   |
| 110          | 50           | 110,92   |                          | 31,685   |
| 120          | 60           | 111,26   |                          | 32,025   |
| 121          | 1            | 116,27   |                          | 37,035   |
| 122          | 2            | 120,29   |                          | 41,055   |
| 123          | 3            | 123,65   |                          | 44,415   |
| 124          | 4            | 126,53   |                          | 47,295   |
| 125          | 5            | 129,1    |                          | 49,865   |
| 126          | 6            | 131,3    |                          | 52,065   |
| 127          | 7            | 133,2    |                          | 53,965   |
| 128          | 8            | 135,08   |                          | 55,845   |
| 129          | 9            | 136,705  |                          | 57,47    |
| 130          | 10           | 138,39   | 5,4 l/s                  | 59,155   |
| 135          | 15           | 145,02   | 19,44 m <sup>3</sup> /h  | 65,785   |
| 140          | 20           | 148,28   | 466,56 m <sup>3</sup> /d | 69,045   |
| 145          | 25           | 150,79   |                          | 71,555   |
| 150          | 30           | 152,18   |                          | 72,945   |
| 160          | 40           | 153,42   |                          | 74,185   |
| 170          | 50           | 154,83   |                          | 75,595   |
| 180          | 60           | 154,7    | 4,25 l/s                 | 75,465   |
|              |              |          | 15,3 m <sup>3</sup> /h   |          |
|              |              |          | 367,2 m <sup>3</sup> /d  |          |

Tabla 3: datos de campo para ensayo escalonado.

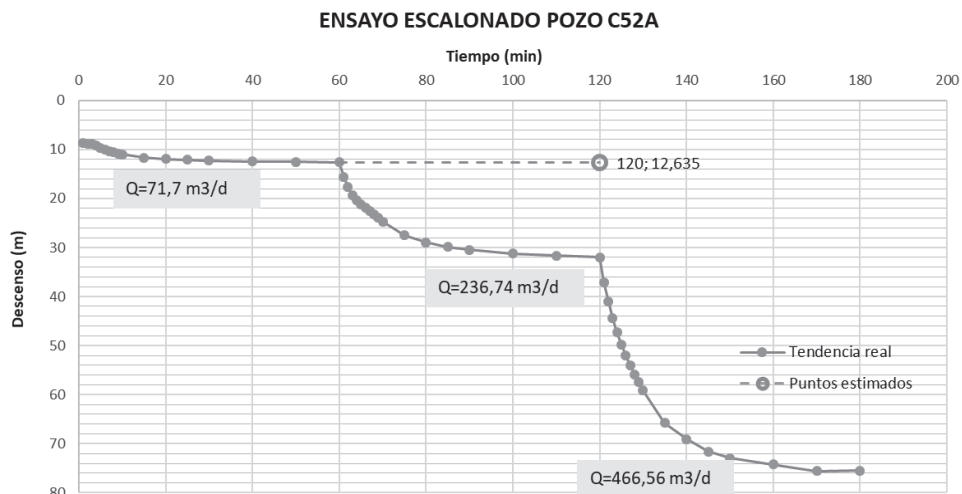


Gráfico 4: descensos en función del tiempo para tres caudales diferentes.

| Escalón | Caudal (m3/d) | Caudal n=2 | Descenso (m) | Caudal esp | Desc esp |
|---------|---------------|------------|--------------|------------|----------|
| 1       | 71,7          | 72         | 12,635       | 5,675      | 0,176    |
| 2       | 236,74        | 237        | 32           | 7,392      | 0,135    |

Tabla 4: Caudales y descensos.

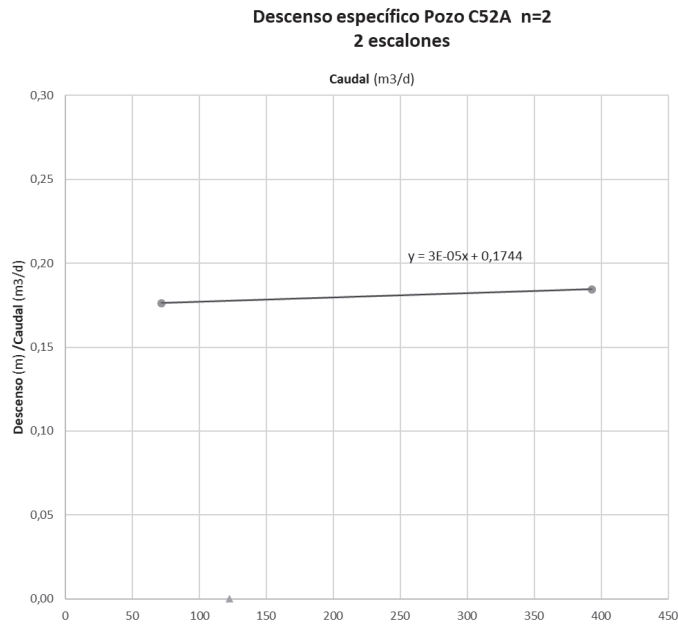


Gráfico 5: descenso específico.

Descenso específico: Mide la depresión por cada metro cúbico por día que se extrae del pozo.

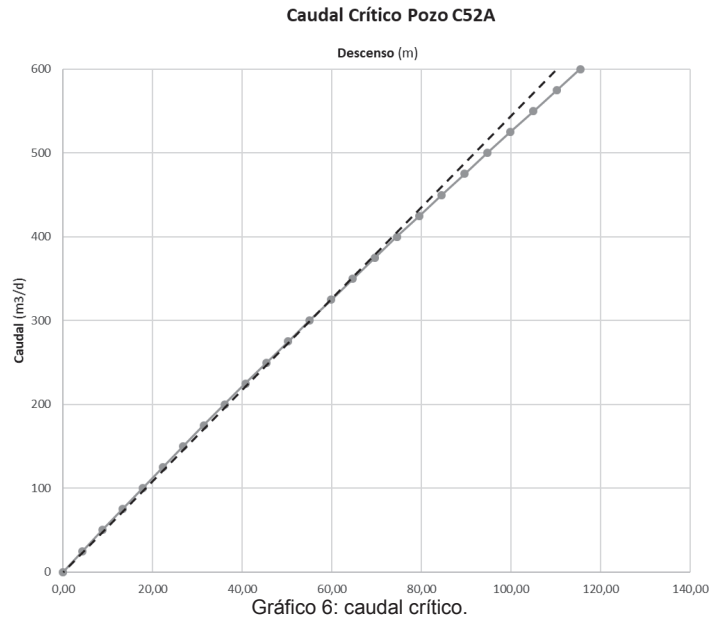
De este gráfico pudo calcularse la ecuación característica del pozo, siendo:

$$S = 0.1744 * Q + 3e^{-5} * Q^2$$

Esta ecuación es muy importante ya que tiene en cuenta las pérdidas de carga existentes en la formación y en el pozo y nos permite calcular el descenso real en un pozo para diferentes caudales.

| CAUDAL (m3/d) | DESC REAL (m) |
|---------------|---------------|
| 10            | 1,75          |
| 50            | 8,80          |
| 100           | 17,74         |
| 200           | 36,08         |
| 300           | 55,02         |
| 500           | 94,70         |

Tabla 5: estimación de descensos reales a partir de caudales.



**Caudal crítico:** caudal de explotación a partir del cual los descensos empiezan a ser más significativos. Es decir, empieza a disminuir la eficiencia del pozo. Hay que tener en cuenta la profundidad del pozo y de la bomba ya que también van a condicionar la explotación. En este caso de acuerdo al gráfico el caudal crítico es de 300 m<sup>3</sup>/d generando un descenso de 55,02 metros. El caudal óptimo de explotación se sugiere que sea ligeramente menor al caudal crítico.

**Eficiencia:** Relaciona el descenso teórico respecto al descenso real (con pérdidas en pozo y formación). Es muy útil para conocer la calidad de construcción de un pozo. Si se supera el caudal crítico, la eficiencia del pozo disminuye.

| CAUDAL (m <sup>3</sup> /d) | EFICIENCIA % |
|----------------------------|--------------|
| 150                        | 97,485       |
| 300                        | 95,093       |
| 600                        | 90,644       |

Tabla 6: cálculo de la eficiencia del pozo para diferentes caudales.

La eficiencia del pozo C52A es de 95,1% en caudal crítico de explotación. Se han utilizado los datos del primer escalón para tener una aproximación de los parámetros hidráulicos. Los mismos se han interpretado con ayuda de los softwares Aquifer Test Pro, y Excel, sin embargo, en intervenciones futuras se sugiere realizar un ensayo de bombeo de 24hs, con el mínimo caudal posible, sin superar la presión de cañería sugerida.

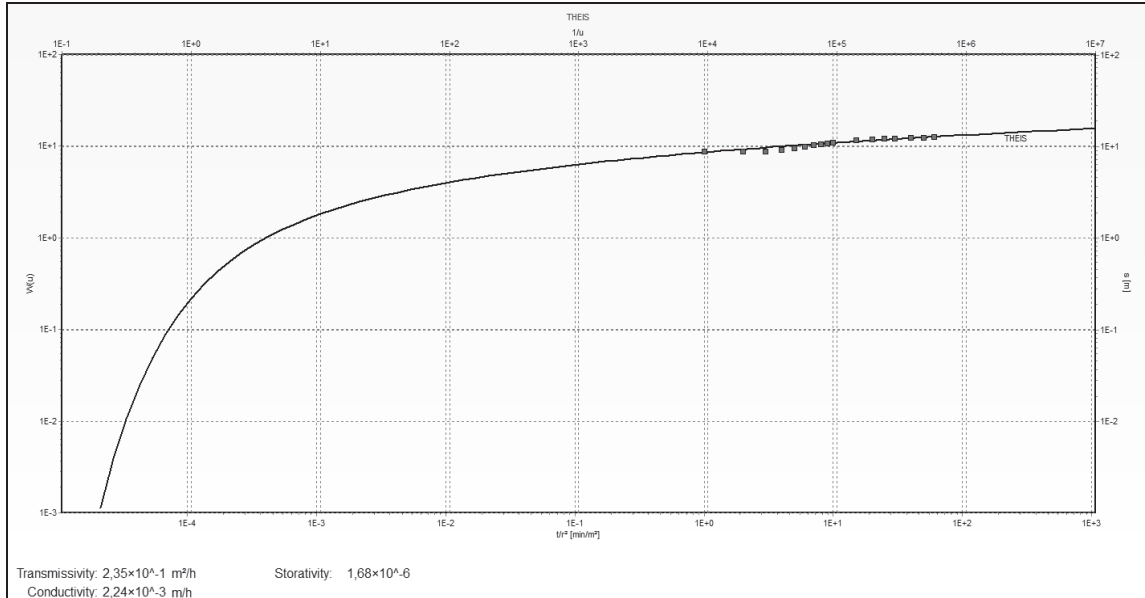


Gráfico 7: método de Theis.

Utilizando el método de Theis el programa calculó una transmisividad de  $2,35 \times 10^{-1} \text{ m}^2/\text{h}$  ( $5,64 \text{ m}^2/\text{d}$ ), un coeficiente de almacenamiento de  $1,68 \times 10^{-6}$ , y una conductividad hidráulica de  $2,24 \times 10^{-3} \text{ m/h}$ .

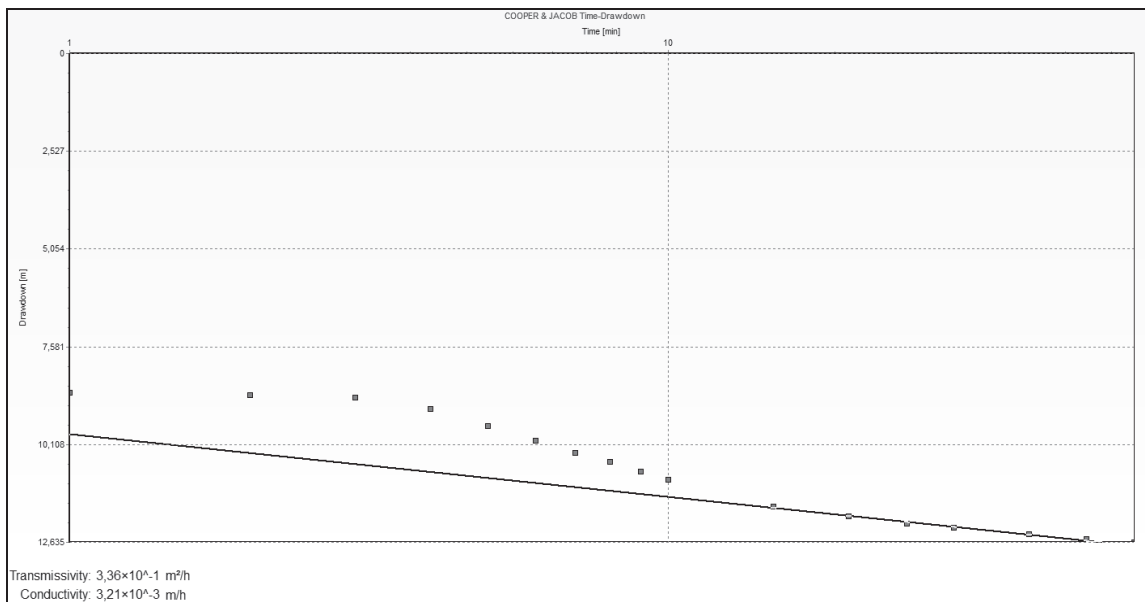



Gráfico 8: método de Cooper-Jacob.

Utilizando el método de Cooper - Jacob el programa calculó una transmisividad de  $3,36 \times 10^{-1} \text{ m}^2/\text{h}$  ( $8 \text{ m}^2/\text{d}$ ) y una conductividad hidráulica de  $3,21 \times 10^{-3} \text{ m/h}$ .

NOTA: Esos cálculos e interpretaciones corresponden al pozo en particular. No son válidos para un sistema asociado de conducción de agua, o la presencia de otros pozos cercanos que arranquen o detengan su bombeo durante la ejecución del ensayo de bombeo.

Comodoro Rivadavia, 20/01/2020.

  
ALEJANDRO CÉSAR BURGOS  
GEOLOGO - HIDROGEOLOGO  
M.P. N° 248

  
EDUARDO TORRES  
ING. CIVIL M.P. N° 1362

### **10.2.1. Resultados análisis pozo A**



Municipalidad de  
**COMODORO RIVADAVIA**

Con todos y para todos

Secretaría de Ambiente

**CERTIFICADO DE  
CADENA DE CUSTODIA**

DIRECCIÓN  
LABORATORIO  
Registro Provincial Nº 08

Cadena de custodia  
Nº 04714

**DATOS DEL SOLICITANTE**

|                     |                    |           |                |
|---------------------|--------------------|-----------|----------------|
| Nombre/razón social | SCPL               | C.U.I.T.  | 30 54 5726 722 |
| Domicilio           | SAN MARTIN 1641    | Provincia | CHUBUT         |
| Localidad           | COMODORO RIVADAVIA | Tel/Fax   | 406 2036       |

**PERSONAL QUE TOMO LA MUESTRA**

|                   |          |                    |       |
|-------------------|----------|--------------------|-------|
| Apellido y nombre | D.N.I.   | Título habilitante | Firma |
| GOMEZ,<br>LUZANA  | 25282866 | LIC EN QCA         |       |

MUESTRA DE: AGUA PARA CONSUMO HUMANO

| Extracción de muestra |       |             | Metodología de extracción |
|-----------------------|-------|-------------|---------------------------|
| Fecha                 | Hora  | Temp. en °C | STANDARD METHOD           |
| 01-11-19              | 13:50 | -           |                           |

| Lugar de extracción   | Datos ambientales                |
|---|----------------------------------|
| MANANTIALES PUEBLO<br>LOCALIDAD POZO A<br>COORD: 45° 42' 5" S 67° 44' 33" O | Viento<br>Humedad<br>Temperatura |

| Detalles del sitio de muestreo                      |
|---|
| MANBUERA COLOCADA EN VALVULA DE MUESTREO DEL POZO.. |

| Analito/s     | Capacidad y material del envase | Volumen o peso de la muestra | Tipo de conservación |
|---------------|---------------------------------|------------------------------|----------------------|
| BACTERIOLOGIA | 250ML(V)                        | ≈ 230ML                      | Refrigerado          |
| FISICOQUIMICO | 1L(P)                           | ≈ 1L                         | Refrigerado          |
|               |                                 |                              |                      |

Cod. 01.69.001 - imprentamcr@gmail.com

Firma y sello del responsable

.....  
Firma y aclaración

Recepción de muestra en el Laboratorio

**PROTOCOLO DE ANÁLISIS**

SUBSECRETARÍA DE  
AMBIENTE  
DIRECCIÓN LABORATORIO

1 de 2

**Análisis N° 90368**

Cadena de Custodia N° 04714-D.L

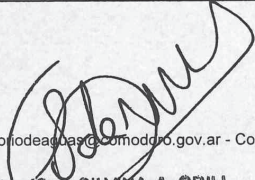
**Solicitado por:** S.C.P.L.  
**Domicilio:** San Martin 1641  
**Localidad:** Comodoro Rivadavia  
**Lugar de extracción:** Manantiales Behr - Locación Pozo **A**  
**Coordenadas:** S: 45° 42' 5" - O: 67° 44' 33"  
**Sitio de extracción:** Manguera colocada en válvula de muestreo del pozo  
**Muestra extraída por:** Personal del MCR  
**Fecha de extracción:** 01/11/2019  
**CUIT N°:** 30-54572672-2  
**Provincia:** Chubut  
**Tipo de muestra:** Agua para consumo Humano  
**Fecha de recepción:** 01/11/2019  
**Fecha de informe:** 15/01/2020

| ANÁLISIS QUÍMICO                                   |           | MÉTODO ANALÍTICO                         |                                    |
|--|-----------|--|------------------------------------|
| Análito [Unidad]                                   | Resultado | Nombre                                   | Límites establecidos por el C.A.A. |
| Color [UC]   | < 2       | St. Meth. 17 ed 2120 B                   | 5 UC máx.                          |
| Turbiedad [NTU]                                    | 1         | St. Meth. 17 ed 2130 B                   | 3 NTU máx.                         |
| pH [unidades de pH]                                | 8,34      | Potenciométrico                          | 6,5-8,5                            |
| Alcalinidad Bicarbonatos [mg/l CaCO <sub>3</sub> ] | 147       | St. Meth. 17 ed 2310 B (modificado)      | -                                  |
| Alcalinidad Carbonato [mg/l CaCO <sub>3</sub> ]    | 6         | St. Meth. 17 ed 2310 B (modificado)      | -                                  |
| Cloruros [mg/l]                                    | 32        | St. Meth. 17 ed 4500 - Cl B              | 350 mg/l máx.                      |
| Conductividad [µS/cm]                              | 354       | Potenciométrico                          | -                                  |
| Dureza [mg/l CaCO <sub>3</sub> ]                   | 34        | St. Meth. 17 ed 2340 C                   | 400 mg/l CaCO <sub>3</sub> máx.    |
| Calcio [mg/l]                                      | 6         | St. Meth. 17 ed 3500 -Ca D               | -                                  |
| Magnesio [mg/l]                                    | 4         | St. Meth. 17 ed 3500 -Mg E               | -                                  |
| Sulfatos   | 23        | St. Meth. 17 ed - 4500 SO <sub>4</sub> E | 400 mg/l max                       |
| Nitritos [mg/l]                                    | < 0,01    | St. Meth. 17 ed 4500-NO2 B (modif.)      | 0.10 mg/l máx.                     |
| Amonio [mg/l]                                      | < 0,05    | St. Meth. 17 ed 4500 - NH3 C             | 0.20 mg/l máx.                     |
| Hierro Total [mg/l]                                | 0,3       | St. Meth. 8 ed                           | 0.30 mg/l máx.                     |
| Plomo [mg/l]                                       | 0         | St. Meth. 8 ed                           | 0.05 máx.                          |
| Cromo Hexavalente [mg/l]                           | < 0,05    | St. Meth. 17 ed - 3500 Cr D              | 0.05 mg/l máx.                     |

| ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO                  |          | MÉTODO ANALÍTICO |                        | Límites establecidos por el C.A.A. |
|--|----------|------------------|------------------------|------------------------------------|
| B. Coliformes N.M.P. en 100 ml           | < 3      | St. Meth. 17 ed  | 3 a 1.100              | ≤ 3                                |
| B. Escherichia coli presencia en 100 ml. | Ausencia | St. Meth. 17 ed  | Presencia/<br>Ausencia | Ausencia                           |

|                               |   |  |  |
|-------------------------------|---|--|--|
| <b>INFORME</b>                | <ul style="list-style-type: none"> <li>Los parámetros químicos se encuentran dentro de los límites permitidos por el C.A.A (Art. 982) para aguas potables de consumo humano</li> <li>La muestra analizada es bacteriológicamente APTA, para consumo humano, según lo establecido por el Código Alimentario Argentino C.A.A (Art. 982) para aguas potables.</li> </ul> |  |  |
| <b>INSTRUMENTAL UTILIZADO</b> | Turbidímetro HACH<br>Medidor de conductividad portátil ALTRONIX<br>Balanza analítica SARTORIUS<br>Estufa de Cultivo DALVO   | Peachímetro de mesada ALTRONIX<br>Espectrofotómetro SHIMADZU<br>Baño Termostático VIKING MASON 899-11-76<br>Estufa de Cultivo CIENCE |  |
| <b>OBSERVACIONES</b>          | -   |  |  |

Dirección Laboratorio - S. Lopez y Dalle Mura - Tel/Fax: 0297-4442892- 4441988 - mail: laboratorio@comodoro.gov.ar - Comodoro Rivadavia

  
Ing. Oca. SILVINA A. GRILL  
PROFESIONAL ADJUNTO  
Subsecretaría de Ambiente  
S.I.O. y S.P. - M.C.R.

**PROTOCOLO DE ANÁLISIS Q 300343**

**Fecha de recepción:** 01/11/2019

**Fecha de emisión:** 04/12/2019

**Cliente:** SOCIEDAD COOPERATIVA POPULAR LIMITADA  
**Dirección Fiscal:** San Martín N° 1641 Localidad: Comodoro Rivadavia (Chubut)  
**Muestra Manifestada:** AGUA SUBTERRANEA - FECHA TOMADA 01/11/2019

**Cantidad:** (1 MUESTRA)  
**Tomada Remitida:** SOCIEDAD COOPERATIVA POPULAR LIMITADA

**Resultados**

| Muestra: POZO A               |        |                |                         |
|-------------------------------|--------|----------------|-------------------------|
| Parámetro                     | Unidad | Valor Obtenido | Método                  |
| Olor (*)                      | ---    | Ausencia       | SM 2150 B (#)           |
| Potencial Redox (*)           | mV     | 362            | SM 2580 B (#)           |
| Sodio                         | mg/l   | 86.1           | ISO 14911: 1998         |
| Potasio                       | mg/l   | 1.1            | ISO 14911: 1998         |
| Bromato (*)                   | mg/l   | < 0.01         | SM 4110 D (#)           |
| Boro (*)                      | mg/l   | < 0.2          | EPA 6020 B              |
| Fluoruro                      | mg/l   | 1.2            | SM 4110 B (#)           |
| Nitrato                       | mg/l   | < 5.0          | SM 4110 B (#)           |
| Sulfato                       | mg/l   | 25.3           | SM 4110 B (#)           |
| Cianuro Total                 | mg/l   | < 0.01         | UNE-EN ISO 14403-2:2013 |
| Fosfato                       | mg/l   | < 3.0          | SM 4110 B (#)           |
| Aluminio Residual             | mg/l   | < 0.10         | EPA 6020 B              |
| Cloro Libre Residual (*)      | mg/l   | < 0.1          | SM 4500-Cl G (#)        |
| Índice de Langelier (*)       | ---    | -0.3           | Cálculo                 |
| Índice de cambio de bases (*) | ---    | -3.6           | Cálculo                 |
| Relación Iónica Na/K (*)      | ---    | 133            | Cálculo                 |
| Relación Iónica Mg/Ca (*)     | ---    | 0.92           | Cálculo                 |
| Relación Iónica SO4/Cl (*)    | ---    | 0.6            | Cálculo                 |
| Relación Iónica Cl/CaCO3 (*)  | ---    | 0.3            | Cálculo                 |
| Plata                         | mg/l   | < 0.05         | EPA 6020 B              |
| Zinc                          | mg/l   | < 0.05         | EPA 6020 B              |
| Bario                         | mg/l   | < 0.50         | EPA 6020 B              |
| Antimonio                     | mg/l   | < 0.010        | EPA 6020 B              |

Página 1 de 2

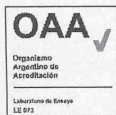
Los resultados consignados se refieren exclusivamente a las muestras recibidas o material ensayado. Los mismos no pueden ser reproducidos sin la aprobación escrita del Laboratorio Induser. Las muestras serán mantenidas en el laboratorio por el período de 14 días posteriores a la fecha de emisión del protocolo, pasado este lapso se dispondrá de las mismas según normativas vigentes.

Laboratorio Central: Castellí 1761 - C.P. 1832 - Lomas de Zamora (BS. AS.)

Fc-5.10-01-01

Rev:1

Fecha de vigencia: 06/07/05



PROTOCOLO DE ANÁLISIS Q 300343

Fecha de recepción: 01/11/2019

Fecha de emisión: 04/12/2019

| Muestra: POZO 4                                     |        |                |                      |
|---|--------|----------------|----------------------|
| Parámetro   | Unidad | Valor Obtenido | Método               |
| Manganeso   | mg/l   | < 0.03         | EPA 6020 B           |
| Cadmio  | mg/l   | < 0.0005       | EPA 6020 B           |
| Cromo   | mg/l   | < 0.005        | EPA 6020 B           |
| Mercurio  | mg/l   | < 0.001        | EPA 7470 A           |
| Arsénico  | mg/l   | < 0.010        | EPA 6020 B           |
| Hierro  | mg/l   | < 0.10         | EPA 6020 B           |
| Litio   | mg/l   | < 0.10         | EPA 6020 B           |
| Selenio   | mg/l   | < 0.010        | EPA 6020 B           |
| Cobre   | mg/l   | < 0.05         | EPA 6020 B           |
| Dióxido de Carbono Libre (*)                        | mg/l   | 1.5            | SM 4500-CO2 B (#)    |
| Sulfuro de Hidrógeno no Ionizable (Disuelto) (*)    | mg/l   | < 0.05         | SM 4500-S= B/D/H (#) |
| Hidrocarburos Totales de Petróleo (*)               | mg/l   | < 0.5          | EPA 418.1            |
| Aceite y Materia Grasa (*)                          | mg/l   | < 0.5          | EPA 413.2            |
| Benceno   | µg/l   | < 10           | EPA 5021 A/8015 C    |
| Tolueno   | µg/l   | < 10           | EPA 5021 A/8015 C    |
| Etilbenceno   | µg/l   | < 10           | EPA 5021 A/8015 C    |
| m,p-Xileno  | µg/l   | < 10           | EPA 5021 A/8015 C    |
| o-Xileno  | µg/l   | < 10           | EPA 5021 A/8015 C    |
| Índice de cambio de bases (-), de Ablandamiento (*) |        | 0.45           | Calculo              |

Observaciones:

Los ensayos marcados con (\*) no están incluidos en el alcance de la acreditación O.A.A.

(#) SM: Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 23rd Edition

Fecha de análisis:

Cianuro Total - Iniciado: 05/11/2019 Finalizado: 05/11/2019  
 BTEX - Iniciado: 07/11/2019 Finalizado: 07/11/2019  
 Cationes - Iniciado: 10/11/2019 Finalizado: 10/11/2019  
 Aniones - Iniciado: 10/11/2019 Finalizado: 10/11/2019  
 Mercurio (EPA 7470 A) - Iniciado: 14/11/2019 Finalizado: 14/11/2019  
 Metales EPA 6020 B - Iniciado: 19/11/2019 Finalizado: 19/11/2019  
 Boro - Iniciado: 19/11/2019 Finalizado: 19/11/2019

Lto. MARCELO FARRAN  
 CO - DIRECTOR TÉCNICO  
 Grupo Induser S.R.L.  
 M.P. 4573

Página 2 de 2

Los resultados consignados se refieren exclusivamente a las muestras recibidas o material ensayado. Los mismos no pueden ser reproducidos sin la aprobación escrita del Laboratorio Induser.  
 Las muestras serán mantenidas en el laboratorio por el período de 14 días posteriores a la fecha de emisión del protocolo, pasado este lapso se dispondrá de las mismas según normativas vigentes.

Fc-5.10-01-01

Laboratorio Central: Castelli 1761 - C.P. 1832 - Lomas de Zamora (BS. AS.)

Rev:1

Fecha de vigencia: 06/07/05



**PROTOCOLO DE ANÁLISIS Q 300343**

**Fecha de recepción:** 01/11/2019

**Fecha de emisión:** 03/12/2019

**Observaciones:**

Los ensayos marcados con (\*) no están incluidos en el alcance de la acreditación O.A.A.  
(#) SM: Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 23rd Edition

**Fecha de análisis:**

- Cianuro Total - Iniciado: 05/11/2019 Finalizado: 05/11/2019
- BTEX - Iniciado: 07/11/2019 Finalizado: 07/11/2019
- Cationes - Iniciado: 10/11/2019 Finalizado: 10/11/2019
- Aniones - Iniciado: 10/11/2019 Finalizado: 10/11/2019
- Mercurio (EPA 7470 A) - Iniciado: 14/11/2019 Finalizado: 14/11/2019
- Metales EPA 6020 B - Iniciado: 19/11/2019 Finalizado: 19/11/2019
- Boro - Iniciado: 19/11/2019 Finalizado: 19/11/2019

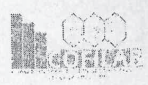
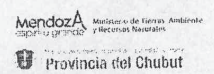
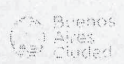
Los resultados consignados se refieren exclusivamente a las muestras recibidas o material ensayado. Los mismos no pueden ser reproducidos sin la aprobación escrita del Laboratorio Induser.  
Las muestras serán mantenidas en el laboratorio por el período de 14 días posteriores a la fecha de emisión del protocolo, pasado este lapso se dispondrá de las mismas según normativa vigente.  
La información proporcionada por el cliente que afecte la validez de los resultados queda bajo su responsabilidad.

Laboratorio Central: Castelli 1761 - C.P. 1832 - Lomas de Zamora (BS. AS.)


Fc 5.10-01-01

Rev:1

Fecha de vigencia: 06/07/05



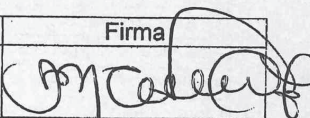
## 10.2.1- Resultados análisis pozo B

|  |  |   |
|--|--|---|
|  <b>Municipalidad de COMODORO RIVADAVIA</b><br>Con todos y para todos<br>Secretaría de Ambiente | <b>CERTIFICADO DE CADENA DE CUSTODIA</b> | <b>DIRECCIÓN LABORATORIO</b><br>Registro Provincial N° 08 |
|  |  | Cadena de custodia<br>N° 3890                             |

**DATOS DEL SOLICITANTE**

|                     |                    |           |             |
|---------------------|--------------------|-----------|-------------|
| Nombre/razón social | SCPL               | C.U.I.T.  | 30545726722 |
| Domicilio           | SAN MARTÍN N° 1641 | Provincia | CHUBUT      |
| Localidad           | COMODORO RIVADAVIA | Tel/Fax   | 4062036     |

**PERSONAL QUE TOMO LA MUESTRA**

|                   |            |                    |   |
|-------------------|------------|--------------------|---|
| Apellido y nombre | D.N.I.     | Título habilitante | Firma   |
| GOMEZ<br>WCIANA   | 25.282.896 | LIC. EN QCA.       |  |

**MUESTRA DE:** AGUA PARA CONSUMO HUMANO.

| Extracción de muestra |       |             | Metodología de extracción |
|-----------------------|-------|-------------|---------------------------|
| Fecha                 | Hora  | Temp. en °C |                           |
| 21/11/19              | 11.54 | -           | STANDARD METHODS.         |

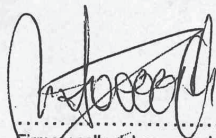
| Lugar de extracción  | Datos ambientales |  |
|--|-------------------|--|
| MANANTIALES BETA<br>UBICACION FOTO B<br>COORD: 45°38'44"S<br>67°39'39"O. | Viento            |  |
|  | Humedad           |  |
|  | Temperatura       |  |

**Detalles del sitio de muestreo**

VALVULA DE MUESTREO DEL FOTO.

| Analito/s      | Capacidad y material del envase | Volumen o peso de la muestra | Tipo de conservación |
|----------------|---------------------------------|------------------------------|----------------------|
| BACTERIOLOGICO | 250ML (V)                       | ≈ 230ml                      | Refrigerado          |
| FISICOQUIMICO  | 1L (P)                          | ≈ 1L                         | Refrigerado          |
|                |                                 |                              |                      |

Cod. 01.69.001 - imprentamcr@gmail.com



Firma y sellado del responsable

Recepción de muestra en el Laboratorio

**PROTOCOLO DE ANÁLISIS**

SUBSECRETARÍA DE  
AMBIENTE  
DIRECCIÓN LABORATORIO  
1 de 2

**Análisis N° 90543**

Cadena de Custodia N° 3890-D.L

**Solicitado por:**  
**Domicilio:**  
**Localidad:**  
**Lugar de extracción:**  
**Coordenadas:**  
**Sitio de extracción:**  
**Muestra extraída por:**  
**Fecha de extracción:**

**S.C.P.L**  
San Martin 1641  
Comodoro Rivadavia  
Manantiales Behr - Locación Pozo C 13  
S: 45° 38' 44" - O: 67° 39' 39"  
Válvula de muestreo del pozo  
Personal del MCR  
21/11/2019

**CUIT N°:** 30-54572672-2  
**Provincia:** Chubut

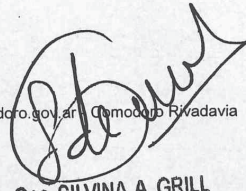
**Tipo de muestra:** Agua para consumo Humano  
**Fecha de recepción:** 21/11/2019  
**Fecha de informe:** 15/01/2020

| ANÁLISIS QUIMICO                                   |           | METODO ANALITICO                                |                                    |
|--|-----------|---|------------------------------------|
| Analito [Unidad]                                   | Resultado | Nombre  | Límites establecidos por el C.A.A. |
| Color [UC]   | -         | St. Meth. 17 ed 2120 B                          | 5 UC máx.                          |
| Turbiedad [NTU]                                    | 11        | St. Meth. 17 ed 2130 B                          | 3 NTU máx.                         |
| pH [unidades de pH]                                | 8,06      | Potenciométrico                                 | 6,5-8,5                            |
| Alcalinidad Bicarbonatos [mg/l CaCO <sub>3</sub> ] | 121       | St. Meth. 17 ed 2310 B (modificado)             | -                                  |
| Alcalinidad Carbonato [mg/l CaCO <sub>3</sub> ]    | 2         | St. Meth. 17 ed 2310 B (modificado)             | -                                  |
| Cloruros [mg/l]                                    | 33        | St. Meth. 17 ed 4500 - Cl B                     | 350 mg/l máx.                      |
| Conductividad [µS/cm]                              | 401       | Potenciométrico                                 | -                                  |
| Dureza [mg/l CaCO <sub>3</sub> ]                   | 20        | St. Meth. 17 ed 2340 C                          | 400 mg/l CaCO <sub>3</sub> máx.    |
| Calcio [mg/l]                                      | 6         | St. Meth. 17 ed 3500 -Ca D                      | -                                  |
| Magnesio [mg/l]                                    | 1         | St. Meth. 17 ed 3500 -Mg E                      | -                                  |
| Sulfatos   | 14        | St. Meth. 17 ed - 4500 SO <sub>4</sub> E        | 400 mg/l max                       |
| Nitritos [mg/l]                                    | < 0,01    | St. Meth. 17 ed 4500-NO <sub>2</sub> B (modif.) | 0.10 mg/l máx                      |
| Amonio [mg/l]                                      | < 0,05    | St. Meth. 17 ed 4500 - NH <sub>3</sub> C        | 0.20 mg/l máx.                     |
| Hierro Total [mg/l]                                | 0,60      | St. Meth. 8 ed                                  | 0.30 mg/l máx.                     |
| Plomo [mg/l]                                       | < 0,05    | St. Meth. 8 ed                                  | 0.05 máx.                          |
| Cromo Hexavalente [mg/l]                           | -         | St. Meth. 17 ed - 3500 Cr D                     | 0.05 mg/l máx.                     |

| ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO                  |          | METODO ANALITICO |                        | Límites establecidos por Código Alim. Argentino para aguas potables |
|--|----------|------------------|------------------------|---|
| B. Coliformes N.M.P. en 100 ml           | < 3      | St. Meth. 17 ed  | 3 a 1.100              | ≤ 3   |
| B. Escherichia coli presencia en 100 ml. | Ausencia | St. Meth. 17 ed  | Presencia/<br>Ausencia | Ausencia  |

|                               |   |  |
|-------------------------------|---|--|
| <b>INFORME</b>                | <ul style="list-style-type: none"> <li>Los parámetros químicos resaltados <b>NO</b> encuentran dentro de los límites permitidos por el C.A.A (Art. 982) para aguas potables de consumo humano</li> <li>La muestra analizada es bacteriológicamente APTA, para consumo humano, según lo establecido por el Código Alimentario C.A.A (Art. 982) para aguas potables.</li> </ul> |  |
| <b>INSTRUMENTAL UTILIZADO</b> | Turbidímetro HACH<br>Medidor de conductividad portátil ALTRONIX<br>Balanza analítica SARTORIUS<br>Estufa de Cultivo DALVO   | Peachímetro de mesada ALTRONIX<br>Espectrofotómetro SHIMADZU<br>Baño Termostático VIKING MASON 899-11-76<br>Estufa de Cultivo CIENCE |
| <b>OBSERVACIONES</b>          |   |  |

Dirección Laboratorio - S. Lopez y Dalle Mura - Tel/Fax: 0297-4442892 - mail: laboratoriodeaguas@comodoro.gov.ar - Comodoro Rivadavia

  
Ing. Qca. SILVINA A. GRILL  
PROFESIONAL ADJUNTO  
Subsecretaría de Ambiente  
S.I.O. y S.P. - M.C.R.

Recepción de muestra en el Laboratorio

**PROTOCOLO DE ANÁLISIS Q 301551**

**Fecha de recepción:** 21/11/2019

**Fecha de emisión:** 17/12/2019

**Cliente:** SOCIEDAD COOPERATIVA POPULAR LIMITADA  
**Dirección Fiscal:** San Martín N° 1641 Localidad: Comodoro Rivadavia (Chubut)  
**Muestra Manifestada:** AGUA SUBTERRANEA - FECHA TOMADA 21/11/2019

**Cantidad:** (1 MUESTRA)  
**Tomada Remitida:** SOCIEDAD COOPERATIVA POPULAR LIMITADA

**Resultados**

**Muestra:** SCPL-04/ POZO B

| Parámetro                     | Unidad | Valor Obtenido | Método                  |
|-------------------------------|--------|----------------|-------------------------|
| Olor (*)                      | --     | Ausencia       | SM 2150 B (#)           |
| Potencial Redox (*)           | mV     | 304            | SM 2580 B (#)           |
| Sodio                         | mg/l   | 79.0           | ISO 14911: 1998         |
| Potasio                       | mg/l   | 1.1            | ISO 14911: 1998         |
| Formato (*)                   | mg/l   | < 0.01         | SM 4110 D (#)           |
| Boro (*)                      | mg/l   | < 0.20         | EPA 6020 B              |
| Fluoruro                      | mg/l   | 1.6            | SM 4110 B (#)           |
| Nitrato                       | mg/l   | < 5.0          | SM 4110 B (#)           |
| Sulfato                       | mg/l   | 21.9           | SM 4110 B (#)           |
| Cianuro Total                 | mg/l   | < 0.01         | UNE-EN ISO 14403-2:2013 |
| Fosfato                       | mg/l   | < 3.0          | SM 4110 B (#)           |
| Aluminio Residual             | mg/l   | < 0.10         | EPA 6020 B              |
| Cloro Libre Residual (*)      | mg/l   | < 0.1          | SM 4500-Cl G (#)        |
| Índice de Langelier (*)       | --     | -0.5           | Cálculo                 |
| Índice de cambio de bases (*) | --     | -3.3           | Cálculo                 |
| Relación Iónica Na/K (*)      | --     | 122            | Cálculo                 |
| Relación Iónica Mg/Ca (*)     | --     | 0.5            | Cálculo                 |
| Relación Iónica SO4/Cl (*)    | --     | 0.5            | Cálculo                 |
| Relación Iónica Cl/CaCO3 (*)  | --     | 0.1            | Cálculo                 |
| Plata                         | mg/l   | < 0.05         | EPA 6020 B              |
| Zinc                          | mg/l   | < 0.05         | EPA 6020 B              |
| Bario                         | mg/l   | < 0.50         | EPA 6020 B              |
| Antimonio                     | mg/l   | < 0.50         | EPA 6020 B              |
| Manganeso                     | mg/l   | < 0.03         | EPA 6020 B              |
| Cadmio                        | mg/l   | < 0.0005       | EPA 6020 B              |

Página 1 de 3

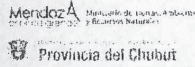
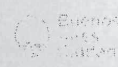
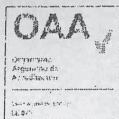
Los resultados consignados se refieren exclusivamente a las muestras recibidas o material ensayado. Los mismos no pueden ser reproducidos sin la aprobación escrita del Laboratorio Induser. Las muestras serán mantenidas en el laboratorio por el periodo de 14 días posteriores a la fecha de emisión del protocolo, pasado este lapso se dispondrá de las mismas según normativa vigente. La información proporcionada por el cliente que afecte la validez de los resultados queda bajo su responsabilidad.

Laboratorio Central: Castelli 1761 - C.P. 1832 - Lomas de Zamora (B.S. AS.)

Fc-5.10-01-01

Rev:1

Fecha de vigencia: 06/07/05



**PROTOCOLO DE ANÁLISIS Q 301551**

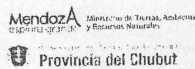
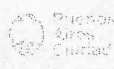
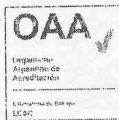
**Fecha de recepción:** 21/11/2019

**Fecha de emisión:** 17/12/2019

**Muestra:** SCPL-04/ POZO B

| Parámetro   | Unidad | Valor Obtenido | Método               |
|---|--------|----------------|----------------------|
| Cromo   | mg/l   | < 0.005        | EPA 6020 B           |
| Mercurio  | mg/l   | < 0.001        | EPA 7470 A           |
| Arsénico  | mg/l   | 0.023          | EPA 6020 B           |
| Hierro  | mg/l   | < 0.10         | EPA 6020 B           |
| Litio   | mg/l   | < 0.10         | EPA 6020 B           |
| Selenio   | mg/l   | < 0.50         | EPA 6020 B           |
| Cobre   | mg/l   | < 0.05         | EPA 6020 B           |
| Dióxido de Carbono Libre (*)                        | mg/l   | 1.1            | SM 4500-CO2 B (#)    |
| Sulfuro de Hidrógeno no Ionizable (Disuelto) (*)    | mg/l   | < 0.05         | SM 4500-S= B/D/H (#) |
| Hidrocarburos Totales de Petróleo (*)               | mg/l   | < 0.5          | EPA 418.1            |
| Aceite y Materia Grasa (*)                          | mg/l   | < 0.5          | EPA 413.2            |
| Benceno   | µg/l   | < 10           | EPA 5021 A/8015 C    |
| Tolueno   | µg/l   | < 10           | EPA 5021 A/8015 C    |
| Etilbenceno   | µg/l   | < 10           | EPA 5021 A/8015 C    |
| m,p-Xileno  | µg/l   | < 10           | EPA 5021 A/8015 C    |
| o-Xileno  | µg/l   | < 10           | EPA 5021 A/8015 C    |
| Índice de cambio de bases (-), de Ablandamiento (*) |        | -1.1           | Calculo              |

Los resultados consignados se refieren exclusivamente a las muestras recibidas o material ensayado. Los mismos no pueden ser reproducidos sin la aprobación escrita del Laboratorio Induser.  
 Las muestras serán mantenidas en el laboratorio por el período de 14 días posteriores a la fecha de emisión del protocolo, pasado este lapso se dispondrá de las mismas según normativa vigente.  
 La información proporcionada por el cliente que afecte la validez de los resultados queda bajo su responsabilidad.



Laboratorio Central: induser@induser.com.ar - Tel/Fax: (54-011) 4283-4000  
Laboratorio San Juan: administracionsanjuan@induser.com.ar - Tel/Fax: (54-0264) 422-9379/4804  
Laboratorio Salta: coordinacionsalta@induser.com.ar - Tel/Fax: (54-0387) 439-5925  
Laboratorio Neuquén: admneuquen@induser.com.ar - Tel/Fax: (54-0299) 448-3129  
Sede Chubut: comriv@induser.com.ar - Tel/Fax: (54-0297) 454-8287  
Sede Mendoza: mendoza@induser.com.ar - Tel/Fax: (54-0261) 424-1367



GRUPO INDUS S.R.L.  
Confiabilidad y Excelencia

www.induser.com.ar

## PROTOCOLO DE ANÁLISIS Q 301551

Fecha de emisión: 17/12/2019

Fecha de recepción: 21/11/2019

### Observaciones:

Los ensayos marcados con (\*) no están incluidos en el alcance de la acreditación O.A.A.

(#) SM: Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 23rd Edition

Si el índice de Langelier es  $> 0$ , el Agua es Supersaturada con respecto al Carbonato Cálcico ( $\text{CaCO}_3$ ). Posible Formación de Incrustaciones.

### Fecha de análisis:

Mercurio (EPA 7470 A) - Iniciado: 25/11/2019 Finalizado: 25/11/2019  
BTEX - Iniciado: 26/11/2019 Finalizado: 26/11/2019  
Cianuro Total - Iniciado: 26/11/2019 Finalizado: 26/11/2019  
Metales EPA 6020 B - Iniciado: 28/11/2019 Finalizado: 28/11/2019  
Cationes - Iniciado: 30/11/2019 Finalizado: 30/11/2019  
Aniones - Iniciado: 01/12/2019 Finalizado: 01/12/2019

Página 3 de 3

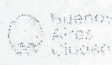
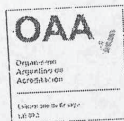
Los resultados consignados se refieren exclusivamente a las muestras recibidas o material ensayado. Los mismos no pueden ser reproducidos sin la aprobación escrita del Laboratorio Induser.  
Las muestras serán mantenidas en el laboratorio por el periodo de 14 días posteriores a la fecha de emisión del protocolo, pasado este lapso se dispondrá de las mismas según normativa vigente.  
La información proporcionada por el cliente que afecte la validez de los resultados queda bajo su responsabilidad.

Laboratorio Central: Castelli 1761 - C.P. 1832 - Lomas de Zamora (BS. AS.)

Fecha de vigencia: 06/07/05

Fc-5.10-01-01

Rev:1



### **10.3.1- Disposición de autorización pozo A**



**MUNICIPALIDAD DE COMODORO RIVADAVIA**  
**Secretaría de Gobierno, Modernización y Transparencia**  
**Subsecretaría de Ambiente**

**DISPOSICIÓN NRO. \_\_\_\_\_ / .-**

Comodoro Rivadavia, de de .-

**VISTO:**

El Código Alimentario Argentino, la Carta Orgánica, el Código Ecológico Municipal, las Ordenanzas Municipales N° 8095/04, 7060/00 sus modificatorias y complementarias, 1058/12, 14062/18 y las resoluciones N° 3443/14 y 617/12.-

**CONSIDERANDO:**

Que mediante ordenanza N° 14062/18 se ratifica el convenio de colaboración para el abastecimiento de agua potable entre el municipio de Comodoro Rivadavia y la Sociedad Cooperativa Popular Limitada (SCPL);

Que la Subsecretaría de Ambiente (SsA), a través de la Dirección de Gestión Ambiental de Aguas (DGAA) oficia de autoridad de evaluación y control del sistema de captación, almacenamiento y distribución del agua producida por los acuíferos, en el marco de su competencia y jurisdicción municipal;

Que el pozo **A** forma parte de una batería de pozos de extracción del Yacimiento Manantiales Behr (YMB);

Que el yacimiento YMB es un reservorio de agua subterránea de aproximadamente 100 km<sup>2</sup>, el cual forma parte del acuífero Multiunitario Superior;

Que la explotación actual del YMB se realiza mediante aproximadamente 55 pozos que erogan un caudal promedio actualizado a diciembre de 2019 de 8383 m<sup>3</sup>/d;

Que a efectos de estudiar y proteger el acuífero, potenciar el caudal, mejorar la operación y las instalaciones, se ejecutaron tareas que fueron llevadas a cabo por la empresa GENEXA S.R.L., bajo la supervisión conjunta de la DGAA y la SCPL;

Que según el informe técnico preliminar elaborado por la DGAA, las tareas de reactivación de pozos consistieron en: extracción de instalaciones (bombas, cañerías) - limpieza mecánica - recambio de instalaciones (bombas, cañerías e instalación de piezómetros) - desarrollo - muestreos fisicoquímicos y bacteriológicos - ensayos de bombeo - desinfección - terminación de pozo (sellado de boca de pozo - impermeabilización del terreno);

Que los análisis fisicoquímicos y bacteriológicos realizados al pozo intervenido arrojan valores de calidad de agua acordes a lo normado en el Código Alimentario Argentino y a la Resolución 3443/14;

Que de los ensayos de bombeo se determinó el régimen de trabajo de la bomba de extracción;

Que al momento de la presente, si bien no existen objeciones para la conexión del pozo **A**, para finalizar la obra resta completar limpieza de locación y presentación del informe final de obra;

Que la SCPL mediante nota -104749 SCPL-295/20 SsA- cumple en solicitar autorización para la conexión al sistema de distribución de agua para la ciudad de Comodoro Rivadavia del pozo **A**;

Que en época estival existe déficit en el suministro de agua potable, por lo que es de suma urgencia aumentar el aporte a la ciudad de Comodoro Rivadavia;

Que a criterio de la SsA la documentación presentada y el proceso desarrollado aporta elementos de juicio suficientes para tener cumplido los recaudos técnico – legales.

**POR ELLO:**

**LA SUBSECRETARÍA DE AMBIENTE  
DE LA MUNICIPALIDAD DE COMODORO RIVADAVIA;**

**DISPONE:**

**ARTÍCULO 1º:** Autorícese condicionalmente la conexión del pozo **A** al sistema de distribución de agua denominado acueducto Manantiales Behr.-

**ARTÍCULO 2º:** Determinar que la SCPL deberá cumplimentar con lo establecido en el **Anexo I** de la presente disposición como condición indispensable para mantener en servicio el pozo autorizado.-

**ARTÍCULO 3º:** Comunicar a la SCPL que cualquier intervención del pozo, deberá informarse previamente o en un plazo no mayor a 48 hs., cuando se trate de un imprevisto o urgencia, para que la autoridad de aplicación revea o reconfirme la autorización otorgada.-

**ARTÍCULO 4º:** Notifíquese a la SCPL que la presente disposición de autorización caducará de pleno derecho ante el incumplimiento de las acciones y medidas que se establecen en el **Anexo I**.-

**ARTÍCULO 5º:** Regístrese, notifíquese a la SCPL y oportunamente archívese.-

**DISPOSICIÓN SsA \_\_\_\_\_ / \_\_\_\_\_.-**



**MUNICIPALIDAD DE COMODORO RIVADAVIA**  
**Secretaría de Gobierno, Modernización y Transparencia**  
**Subsecretaría de Ambiente**

**ANEXO I:**

Concluido el procedimiento técnico – administrativo de evaluación ambiental del proyecto de reactivación del pozo productor **A** cuyas tareas se desprenden del convenio de colaboración entre el MUNICIPIO y la SCPL ratificado mediante ordenanza N° 14062/18.

Se determina la prudencia de autorizar la conexión del pozo **A**, por el término de 3 (tres) años, condicionando la validez y continuidad del mismo al cumplimiento; a saber:

- 1- Deberá presentar el informe final de intervención adjuntando la documentación mencionada en el correspondiente pliego de obra, en el plazo que figura en el mismo.
- 2 – Deberá cercar el pozo, para evitar el acceso de personas no autorizadas, en un plazo de 6 (seis) meses.
- 3- Deberá dotar de un contador de agua adecuado para medir volúmenes de agua extraídos y manómetro, en un plazo de 3 años.
- 4- Deberá registrar e informar a la Subsecretaría de Ambiente toda intervención y/o novedad que surgiera de la operación del pozo, a ser: mantenimientos periódicos, estado del funcionamiento, recambio de partes, roturas, desinfecciones, entre otros, dentro de los plazos establecidos en la Res. 3443/14.
- 5- Deberá presentar un plan de monitoreo del Yacimiento Manantiales Behr con el objetivo de evaluar la calidad del agua, a ser efectivo en un plazo de 6 meses para su evaluación y aprobación por parte de la DGAA.
- 6- Llevar un registro diario de la operación de los pozos, que incluya puestas o salidas de servicio y caudal que aporta (según se opere a válvula abierta o estrangulada). La medición de niveles estáticos será registrada 24 hs. después de cada salida de servicio del pozo y los niveles dinámicos, de corresponder, se medirán con una frecuencia semanal los primeros 45 días de puesto en servicio el pozo y luego con una frecuencia mensual. Este registro deberá presentarse periódicamente a la autoridad de aplicación y/o estar disponible cuando esta así lo requiera.
- 7- Mantener limpias las instalaciones, libres de vegetación (pozo, tablero y transformador) y los accesos en buenas condiciones.
- 8- Se deberá realizar una desinfección de las instalaciones cada vez que se realice una intervención al pozo que incluya recambio de cañerías (de producción o piezométricas), y/o bomba.
- 9- El caudal de explotación recomendado se deberá ajustar una vez puesto el pozo en producción, teniendo en cuenta los datos obtenidos en los ensayos de bombeo y los datos

obtenidos en campo luego de un período de explotación, esta tarea debe realizarse en forma conjunta con la DGAA. Este ajuste deberá realizarse dado que el caudal propuesto por los ensayos no considera la presión de la línea a la cual debe ingresar, generando esto modificaciones en el caudal producido. El nivel dinámico nunca deberá ser menor a 10 metros por encima de la bomba.

**Se informa que a los fines de renovar la presente Autorización, la SCPL deberá presentar con 45 días de antelación al vencimiento, la correspondiente solicitud de renovación, conjuntamente con la documentación requerida.**

En la ciudad de Comodoro Rivadavia, a los      días del mes de .-

### **10.3.1- Disposición de autorización pozo B**



**MUNICIPALIDAD DE COMODORO RIVADAVIA**  
**Secretaría de Gobierno, Modernización y Transparencia**  
**Subsecretaría de Ambiente**

**DISPOSICIÓN NRO. \_\_\_\_\_ /.-**

Comodoro Rivadavia, de de .-

**VISTO:**

El Código Alimentario Argentino, la Carta Orgánica, el Código Ecológico Municipal, las Ordenanzas Municipales N° 8095/04, 7060/00, sus modificatorias y complementarias, 1058/12, 14062/18 y las resoluciones N° 3443/14 y 617/12.-

**CONSIDERANDO:**

Que mediante ordenanza N° 14062/18 se ratifica el convenio de colaboración para el abastecimiento de agua potable entre el municipio de Comodoro Rivadavia y la Sociedad Cooperativa Popular Limitada (SCPL);

Que la Subsecretaría de Ambiente (SsA), a través de la Dirección de Gestión Ambiental de Aguas (DGAA) oficia de autoridad de evaluación y control del sistema de captación, almacenamiento y distribución del agua producida por los acuíferos, en el marco de su competencia y jurisdicción municipal;

Que el pozo **B** forma parte de una batería de pozos de extracción del Yacimiento Manantiales Behr (YMB);

Que el yacimiento YMB es un reservorio de agua subterránea de aproximadamente 100 km<sup>2</sup>, el cual forma parte del acuífero Multiunitario Superior;

Que la explotación actual del YMB se realiza mediante aproximadamente 55 pozos que erogan un caudal promedio actualizado a diciembre de 2019 de 8383 m<sup>3</sup>/d;

Que a efectos de estudiar y proteger el acuífero, potenciar el caudal, mejorar la operación y las instalaciones, se ejecutaron tareas que fueron llevadas a cabo por la empresa GENEXA S.R.L., bajo la supervisión conjunta de la DGAA y la SCPL;

Que según el informe técnico preliminar elaborado por la DGAA, las tareas de reactivación de pozos consistieron en: extracción de instalaciones (bombas, cañerías)-limpieza mecánica- recambio de instalaciones (bombas, cañerías e instalación de piezómetros)- desarrollo- muestreos fisicoquímicos y bacteriológicos - ensayos de bombeo- desinfección- terminación de pozo (sellado de boca de pozo- impermeabilización del terreno);

Que los análisis fisicoquímicos y bacteriológicos realizados al pozo intervenido arrojan valores de calidad de agua acordes a lo normado en el Código Alimentario

Argentino (CAA), Ordenanza 617/12 y a la Resolución 3443/14, excepto: arsénico, hierro y turbiedad los cuales se encuentran por sobre el valor máximo establecido;

Que el YMB se compone de una batería de pozos que aportan agua con diferentes valores de arsénico proveniente de la formación que aloja al acuífero, cuya mezcla permitiría, dentro del esquema de operación del sistema, proveer agua con concentraciones de arsénico por debajo del valor máximo permitido;

Que pese a la detección de concentraciones anómalas de arsénico en el pozo, el agua en el punto de entrega cumple con lo normado en el CAA para consumo humano;

Que el pozo se encontraba fuera de servicio hace varios años, lo que generó acumulación de sedimentos y óxidos de hierro entre otros, lo cual fue evidenciado en los valores obtenidos de hierro y turbiedad;

Que el hierro y la turbiedad constituyen parámetros que afectan la aceptabilidad del agua, los cuales disminuirán una vez puesto en producción el pozo en conjunto con la batería de pozos del YMB;

Que de los ensayos de bombeo se determinó el régimen de trabajo de la bomba de extracción;

Que al momento de la presente, si bien no existen objeciones para la conexión de pozo **B**, para finalizar la obra resta completar limpieza de locación y presentación del informe final de obra;

Que la SCPL mediante nota -104749 SCPL-295/20 SsA- solicita autorización para la conexión al sistema de distribución de agua para la ciudad de Comodoro Rivadavia del pozo **B**;

Que en época estival existe déficit en el suministro de agua potable, por lo que es de suma urgencia aumentar el aporte a la ciudad de Comodoro Rivadavia;

Que a criterio de la SsA la documentación presentada y el proceso desarrollado aporta elementos de juicio suficientes para tener cumplido los recaudos técnico – legales.

**POR ELLO:**

### **LA SUBSECRETARÍA DE AMBIENTE**

#### **DE LA MUNICIPALIDAD DE COMODORO RIVADAVIA;**

#### **DISPONE:**

**ARTÍCULO 1º:** Autorícese condicionalmente la conexión del pozo **B** al sistema de distribución de agua denominado acueducto Manantiales Behr.-

**ARTÍCULO 2º:** Determinar que la SCPL deberá cumplimentar con lo establecido en el **Anexo I** de la presente disposición como condición indispensable para mantener en servicio el pozo autorizado.-

**ARTÍCULO 3º:** Comunicar a la SCPL que cualquier intervención del pozo, deberá informarse previamente o en un plazo no mayor a 48 hs., cuando se trate de un imprevisto

o urgencia, para que la autoridad de aplicación revea o reconfirme la autorización otorgada.-

**ARTÍCULO 4º:** Notifíquese a la SCPL que la presente disposición de autorización caducará de pleno derecho ante el incumplimiento de las acciones y medidas que se establecen en el **Anexo I**.-

**ARTÍCULO 5º:** Regístrese, notifíquese a la SCPL y oportunamente archívese.-

**DISPOSICIÓN SsA \_\_\_\_\_ / \_\_\_\_\_.-**



**MUNICIPALIDAD DE COMODORO RIVADAVIA**  
**Secretaría de Gobierno, Modernización y Transparencia**  
**Subsecretaría de Ambiente**

**ANEXO I:**

Concluido el procedimiento técnico – administrativo de evaluación ambiental del proyecto de reactivación del pozo productor **POZO B** cuyas tareas se desprenden del convenio de colaboración entre el MUNICIPIO y la SCPL ratificado mediante ordenanza N° 14062/18.

Se determina la prudencia de autorizar la conexión del **POZO B**, por el término de 3 (tres) años, condicionando la validez y continuidad del mismo al cumplimiento; a saber:

- 1- Deberá presentar el informe final de intervención adjuntando la documentación mencionada en el correspondiente pliego de obra, en el plazo que figura en el mismo.
- 2- Con el objetivo de verificar que el agua de distribución cumple con lo normado en el CAA, respecto al valor de arsénico, una vez puesto en producción el **POZO B**, se deberá determinar su contenido en el mismo como así también en el punto de distribución del acueducto Manantiales Behr, en un plazo no mayor a 5 días hábiles. El muestreo debe ser previamente coordinado con la DGAA.
- 3- Deberá monitorear trimestralmente durante el primer año, los contenidos de arsénico en el agua captada en el **POZO B**. A partir del segundo año podrá extenderse la frecuencia del monitoreo, de existir pedido de la SCPL y según el criterio y la aprobación de la DGAA.
- 4- Deberá cercar el pozo, para evitar el acceso de personas no autorizadas, en un plazo de 6 (seis) meses.
- 5- Deberá dotar de un contador de agua adecuado para medir volúmenes de agua extraídos y manómetro, en un plazo de 3 años.
- 6- Deberá registrar e informar a la Subsecretaría de Ambiente toda intervención y/o novedad que surgiera de la operación del pozo, a ser: mantenimientos periódicos, estado del funcionamiento, recambio de partes, roturas, desinfecciones, entre otros, dentro de los plazos establecidos en la Res. 3443/14.
- 7- Deberá presentar un plan de monitoreo del Yacimiento Manantiales Behr con el objetivo de evaluar la calidad del agua, a ser efectivo en un plazo de 6 meses para su evaluación y aprobación por parte de la DGAA.
- 8- Llevar un registro diario de la operación de los pozos, que incluya puestas o salidas de servicio y caudal que aporta (según se opere a válvula abierta o estrangulada). La medición de niveles estáticos será registrada 24 hs. después de cada salida de servicio del pozo y los niveles dinámicos, de corresponder, se medirán con una frecuencia semanal los primeros 45 días de puesto en servicio el pozo y luego con una frecuencia

mensual. Este registro deberá presentarse periódicamente a la autoridad de aplicación y/o estar disponible cuando esta así lo requiera.

9- Mantener limpias las instalaciones, libres de vegetación (pozo, tablero y transformador) y los accesos en buenas condiciones.

10- Se deberá realizar una desinfección de las instalaciones cada vez que se realice una intervención al pozo que incluya recambio de cañerías (de producción o piezométricas), y/o bomba.

11- El caudal de explotación recomendado se deberá ajustar una vez puesto el pozo en producción, teniendo en cuenta los datos obtenidos en los ensayos de bombeo y los datos obtenidos en campo luego de un período de explotación, esta tarea debe realizarse en forma conjunta con la DGAA. Este ajuste deberá realizarse dado que el caudal propuesto por los ensayos no considera la presión de la línea a la cual debe ingresar, generando esto modificaciones en el caudal producido. El nivel dinámico nunca deberá ser menor a 10 metros por encima de la bomba.

**Se informa que a los fines de renovar la presente Autorización, la SCPL deberá presentar con 45 días de antelación al vencimiento, la correspondiente solicitud de renovación, conjuntamente con la documentación requerida.**

En la ciudad de Comodoro Rivadavia, a los      días del mes de      de      .-

## 10.4 - Planilla registro de tareas en campo

|              |  |  |
|--------------|--|--|
| <b>POZO</b>  |  |  |
| COORDENADAS: |  |  |

**1) DIAGNÓSTICO**

|  |  |                 |  |
|--|--|-----------------|--|
| <b>1.A.) EXTRACCIÓN DE PUENTE DE PRODUCCIÓN/MEDICIÓN/AFORO</b> |  |                 |  |
| FECHA:   |  | PERSONAL:       |  |
| PROFUNDIDAD DE POZO:   |  | NIVEL ESTÁTICO: |  |

.....  
Firma del responsable de la tarea

.....  
Firma del inspector de obra (SCPL)

|                                     |  |              |  |
|-------------------------------------|--|--------------|--|
| <b>1.A.1.) MATERIALES EXTRAÍDOS</b> |  |              |  |
| FECHA:                              |  | PERSONAL:    |  |
| CAÑERÍA (mts):                      |  | CABLE (mts): |  |
| <b>BOMBA</b>                        |  |              |  |
| MODELO:                             |  |              |  |
| ETAPAS:                             |  |              |  |
| ESTADO:                             |  |              |  |
| OBSERVACIONES:                      |  |              |  |

.....  
Firma del responsable de la tarea

.....  
Firma del inspector de obra (SCPL)

|                                       |             |                |             |            |
|---------------------------------------|-------------|----------------|-------------|------------|
| <b>1.A.2.) MANTENIMIENTO DE BOMBA</b> |             |                | SI          | NO         |
| LIMPIEZA                              | LUBRICACIÓN | VERIFICACIONES |             |            |
|                                       |             | MECÁNICA       | ELECTRÓNICA | HIDRAÚLICA |
| REPARACIÓN:                           |             |                |             |            |
| RECAMBIO DE PARTES:                   |             |                |             |            |
| OBSERVACIONES:                        |             |                |             |            |

.....  
Firma del responsable de la tarea

.....  
Firma del inspector de obra (SCPL)

| <b>1.A.3.) VIDEOINSPECCIÓN</b>   |  |                           |  |
|----------------------------------|--|---------------------------|--|
| FECHA:                           |  | PROFUNDIDAD<br>ALCANZADA: |  |
| PERSONAL:                        |  |                           |  |
| OBSERVACIONES:                   |  |                           |  |
| INFORME ADJUNTO <sup>(1)</sup> : |  |                           |  |

.....  
Firma del responsable de la tarea

.....  
Firma del inspector de obra (SCPL)

## 2) REHABILITACIÓN

| <b>2.A.1.) LIMPIEZA MECÁNICA</b> |  |                           |  |
|----------------------------------|--|---------------------------|--|
| FECHA:                           |  | PERSONAL:                 |  |
| MÉTODO:                          |  | PROFUNDIDAD<br>ALCANZADA: |  |
| MÉTODO:                          |  | PROFUNDIDAD<br>ALCANZADA: |  |
| MÉTODO:                          |  | PROFUNDIDAD<br>ALCANZADA: |  |
| OBSERVACIONES:                   |  |                           |  |

.....  
Firma del responsable de la tarea

.....  
Firma del inspector de obra (SCPL)

| <b>2.A.2.) LIMPIEZA QUÍMICA</b> |  |           |  |
|---------------------------------|--|-----------|--|
| FECHA:                          |  | PERSONAL: |  |
| SOLUCIÓN UTILIZADA:             |  |           |  |
| VOLUMEN UTILIZADO:              |  |           |  |
| TIEMPO DE APLICACIÓN:           |  |           |  |
| PROFUNDIDAD DE INYECCIÓN:       |  |           |  |
| PROFESIONAL RESPONSABLE:        |  |           |  |
| OBSERVACIONES:                  |  |           |  |

.....  
Firma del responsable de la tarea

.....  
Firma del inspector de obra (SCPL)

(1) Para certificar esta actividad es requisito presentar informe

### 3) COLOCACIÓN DE BOMBA Y CAÑERÍA DE IMPULSIÓN

|                            |    |                  |                 |
|----------------------------|----|------------------|-----------------|
| FECHA:                     |    | PERSONAL:        |                 |
| <b>BOMBA</b>               |    |                  |                 |
| NUEVA:                     | SI | NO               | REVISADA: SI NO |
| MODELO:                    |    | POTENCIA:        |                 |
| ETAPAS:                    |    | TAMAÑO:          |                 |
| PROF. SUGERIDA:            |    | PROF. INSTALADA: |                 |
| OBSERVACIONES:             |    |                  |                 |
| <b>CAÑOS</b>               |    |                  |                 |
| TIPO:                      |    | DIÁMETRO:        |                 |
| TAMAÑO:                    |    | CANTIDAD:        |                 |
| OBSERVACIONES:             |    |                  |                 |
| <b>TUBERÍA FLEXIBLE</b>    |    |                  |                 |
| MARCA:                     |    | DIÁMETRO:        |                 |
| ELEMENTOS EXTRA:           |    |                  |                 |
| OBSERVACIONES:             |    |                  |                 |
| <b>CAÑERÍA DE MEDICIÓN</b> |    |                  |                 |
| TIPO:                      |    | DIÁMETRO:        |                 |
| TAMAÑO:                    |    | CANTIDAD:        |                 |
| PROF. ALCANZADA:           |    |                  |                 |
| OBSERVACIONES:             |    |                  |                 |
| <b>CABLE</b>               |    |                  |                 |
| TIPO:                      |    | CANTIDAD(mts):   |                 |

.....  
Firma del responsable de la tarea

.....  
Firma del inspector de obra (SCPL)

### 4) COLOCACIÓN DE PUENTE PRODUCCIÓN/MEDICIÓN/AFORO

|  |  |           |  |
|--|--|-----------|--|
| FECHA:   |  | PERSONAL: |  |
| PUENTE (presentar esquema y detalle de las piezas utilizadas): |  |           |  |

(1) Para certificar esta actividad es requisito presentar informe

|  |  |
|--|--|
| PLATEA (presentar esquema y detalle de las piezas utilizadas): |  |
|--|--|

.....  
Firma del responsable de la tarea

.....  
Firma del inspector de obra (SCPL)

**5) DESARROLLO DE POZO**

|                          |  |                           |      |
|--------------------------|--|---------------------------|------|
| FECHA:                   |  | PERSONAL:                 |      |
| NIVEL ESTÁTICO:          |  | NIVEL DINÁMICO ALCANZADO: |      |
| HORA INICIO:             |  | HORA FINAL:               |      |
| MÉTODO:                  |  |                           |      |
| EQUIPO:                  |  |                           |      |
| CAUDAL DE BOMBEO:        |  | VOLUMEN EXTRAÍDO:         |      |
| PROFESIONAL RESPONSABLE: |  |                           |      |
| MUESTRA I                |  |                           |      |
| Ph:                      |  | COND:                     | SST: |
| MUESTRA II               |  |                           |      |
| Ph:                      |  | COND:                     | SST: |
| MUESTRA III              |  |                           |      |
| Ph:                      |  | COND:                     | SST: |
| OBSERVACIONES:           |  |                           |      |

.....  
Firma del responsable de la tarea

.....  
Firma del inspector de obra (SCPL)

## 6) ENSAYOS HIDRÁULICOS

| ENSAYO DE BOMBEO                 |  |             |  |
|----------------------------------|--|-------------|--|
| FECHA:                           |  | PERSONAL:   |  |
| HORA INICIO:                     |  | HORA FINAL: |  |
| PROFESIONAL RESPONSABLE:         |  |             |  |
| INFORME ADJUNTO <sup>(1)</sup> : |  |             |  |
| OBSERVACIONES:                   |  |             |  |
| RECUPERACIÓN                     |  |             |  |
| FECHA:                           |  | PERSONAL:   |  |
| HORA INICIO:                     |  | HORA FINAL: |  |
| PROFESIONAL RESPONSABLE:         |  |             |  |
| INFORME ADJUNTO <sup>(1)</sup> : |  |             |  |
| OBSERVACIONES:                   |  |             |  |

.....  
Firma del responsable de la tarea

.....  
Firma del inspector de obra (SCPL)

## 7) DESINFECCIÓN

|                       |  |           |  |
|-----------------------|--|-----------|--|
| FECHA:                |  | PERSONAL: |  |
| SOLUCIÓN UTILIZADA:   |  |           |  |
| VOLUMEN UTILIZADO:    |  |           |  |
| TIEMPO DE APLICACIÓN: |  |           |  |
| OBSERVACIONES:        |  |           |  |

.....  
Firma del responsable de la tarea

.....  
Firma del inspector de obra (SCPL)

(1) Para certificar esta actividad es requisito presentar informe