

# Estudio Hidrogeológico en la Cuenca Abaucán – Colorado – Salado. Catamarca, Argentina

*Carlos A. J. Torres<sup>1</sup>, Norberto G. Bucich<sup>1</sup>, Ernesto García Perón<sup>1</sup>, Rubén N. Gianni<sup>1</sup> y Patricia S. Luna<sup>1</sup>*

<sup>1</sup>Instituto Nacional del Agua, Centro regional de Aguas Subterráneas (I.N.A. – C.R.A.S.), Av. Ignacio de La Roza 125 (Este), (C.P. 5400), San Juan, Argentina.

Mail de contacto: [ctorres@ina.gov.ar](mailto:ctorres@ina.gov.ar)

---

## RESUMEN

El área de trabajo corresponde a la Cuenca de Abaucán – Colorado – Salado, situada en el oeste de la provincia de Catamarca. Los terrenos son de origen ígneo, metamórfico y sedimentario de edad precámbrica, paleozoica, terciaria y cuaternaria. Se realizó un inventario de los recursos hídricos subterráneos de la cuenca para su caracterización hidrogeológica e identificación preliminar de las áreas más favorecidas en cantidad y calidad de sus recursos. Se identificaron en el subsuelo tres unidades hidrogeológicas: basamento resistivo (rocas ígneas y metamórficas del Precámbrico – Paleozoico), relleno conductivo (terrenos del Terciario y del Cuaternario Inferior) con probables niveles acuíferos y relleno resistivo (materiales sueltos cuaternarios) con un espesor máximo interpretado de 360 m, que contiene los acuíferos más importantes. Las áreas hidrogeológicamente más cualificadas se ubican en el sector centro y sur de la cuenca, con espesores saturados promedio de 200 m y salinidad del agua subterránea moderada.

Palabras clave: unidades hidrogeológicas, áreas hidrogeológicamente cualificadas.

---

## ABSTRACT

The study area is located in the Abaucán - Colorado – Salado basin, in western Catamarca province. The underlying rocks are igneous, metamorphic and sedimentary of Precambrian, Paleozoic, Tertiary and Quaternary ages. Work included an inventory of groundwater resources in order to identify and characterize preliminary areas for sustainable pumping. Three hydrogeologic units were defined by geoelectric surveying: an electrically resistive hydrogeologic basement (igneous and metamorphic Precambrian and Paleozoic rocks); a conductive cover comprising Tertiary and Low Quaternary sedimentary rocks and a resistive fill of loose Quaternary sediments of fluvial and alluvial origin. This fill with a maximum thickness of some 360 m includes the most important aquifer levels. The best hydrogeological areas are located in the central and southern parts of the basin, with an average saturated thickness of 200 m and moderate groundwater salinity.

Keywords: hydrogeological units, qualified hydrogeological areas.

---

## Introducción

El área de estudio es una depresión o valle ubicado en el sector oeste de la Provincia de Catamarca. Posee orientación general norte – sur y limita al norte y al este por los relieves montañosos de las sierras de Fiambalá y Copacabana, al sur por la sierra de Copacabana y al oeste por el Cerro Negro de Rodríguez y la Sierra de Narváez, Figura 1. La parte más ancha del mismo tiene unos 35 km a la latitud del poblado de Saujil y la más angosta unos 1.2 km al sur del poblado de El Puesto. La región está surcada por el río Fiambalá o Saujil con sus nacientes en el extremo norte del valle y es de escurrimiento permanente a partir de Los Nacimientos. A la latitud de la localidad de Fiambalá recibe por su margen derecha los aportes del río Chaschuil – Guanchín, de mayor

caudal, que procede desde el oeste. Aguas abajo toma el nombre de río Abaucán y más al sur, en la zona de Anillaco, recibe por su margen derecha, el río La Troya. Continúa el río Abaucán hacia el sur y luego al sureste pasando por Tinogasta y en el extremo norte de la sierra de Copacabana recibe al río de La Costa que procede del sur. Luego de pasar por las localidades de La Puntilla y Copacabana toma el nombre de Salado o Colorado y circula hacia el este en dirección a la depresión de Pipanaco. Para el presente estudio se planteó como objetivo realizar un inventario de los recursos hídricos subterráneos de la cuenca, con el propósito de su caracterización hidrogeológica e identificación preliminar de las áreas potencialmente más favorecidas respecto de la

cantidad y calidad de sus recursos para fines agrícolas.

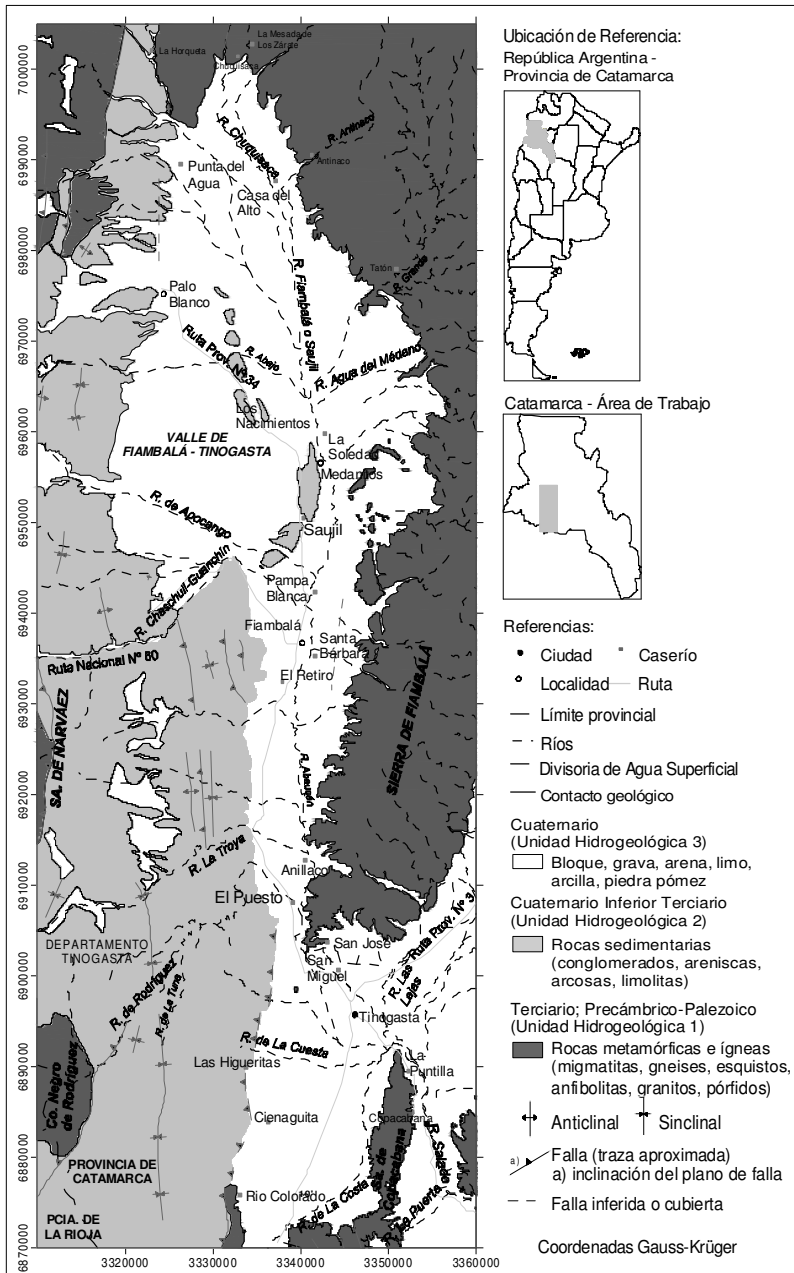


Figura 1. Ubicación y geología del área de estudio.

## Material y métodos

La metodología de trabajo empleada comprendió la recopilación y evaluación de los antecedentes disponibles; el relevamiento hidrogeológico de puntos de agua; la prospección geofísica-geológica, el análisis físico – químico de muestras de agua en laboratorio y la integración de niveles de información hidrogeológica de interés en un entorno de trabajo de S.I.G. (Sistema de Información Geográfica).

En el relevamiento hidrogeológico se obtuvo información de 72 puntos de agua subterránea correspondientes a perforaciones, incluyendo las relevadas por Varela (2010). Esta información comprende la identificación del punto de agua, su ubicación, sus características constructivas, el nivel del agua subterránea, el caudal, las mediciones hidroquímicas de campo y el uso del agua. En 50 puntos se extrajeron muestras de agua para análisis físico-químicos de laboratorio, de las cuales 44 corresponden a perforaciones y 6 a fuentes de agua superficial. Los análisis incluyeron la determinación de propiedades físicas y de agregación: Conductividad Eléctrica, pH potenciométrico, Alcalinidad Total, Dureza Total y de No Carbonatos y Sólidos Disueltos Calculados; iones principales: Calcio, Magnesio, Sodio, Potasio, Carbonato, Bicarbonato, Sulfato y Cloruro; constituyentes inorgánicos menores no metálicos y metales trazas disueltos: Boro, Fluoruro y Arsénico y Nitrato, Nitrito, Amonio, Hierro y Manganeseo en algunas de las muestras.

La prospección e interpretación geofísica-geológica definió preliminarmente la geometría de la cuenca sedimentaria portadora de los acuíferos. Se empleó el método geoelectrico, registrándose un total de 60 Sondeos Eléctricos Verticales (SEV), Figura 2. Se utilizó un resistivímetro digital marca Prakla - Seismos, de 800 Volts de tensión máxima, con una configuración tetrapolar simétrica o configuración Schlumberger. La apertura máxima de las alas de emisión AB fue de 4000 m. En gabinete los SEV fueron procesados mediante el software Resix-Plus V 5.0. Luego se realizó la interpretación relacionando la geología con los datos numéricos de resistividad logrados mediante el método SEV, obteniéndose los cortes geofísico – geológicos de subsuelo.

## Resultados

Los diversos terrenos aflorantes en el valle de Fiambalá – Tinogasta se agruparon en tres Unidades Hidrogeológicas, Figura 1. La Unidad

Hidrogeológica 1 comprende rocas ígneas y metamórficas (granitos, gneises, esquistos, etc.) del Precámbrico – Paleozoico conocidas como Basamento Cristalino y conforman los relieves montañosos que bordean el valle por el norte, el este y el sur. También corresponderían a esta unidad los reducidos afloramientos de rocas volcánicas de edad Terciaria que afloran en la zona de Río Colorado. En términos hidrogeológicos, esta unidad se considera no acuífera constituyendo el basamento hidrogeológico. La Unidad Hidrogeológica 2 comprende la cubierta de rocas sedimentarias (conglomerados, areniscas, limolitas, etc.) principalmente del Terciario hasta el Cuaternario Inferior que constituyen los afloramientos rocosos que integran las elevaciones que marginan por el oeste el valle de Fiambalá – Tinogasta; en el interior del valle constituyen lomadas entre las latitudes de Saujil y Palo Blanco. Se estima que los terrenos de la Unidad Hidrogeológica 2 pueden contener niveles acuíferos pero estos serían menos importantes o de menor productividad y rendimiento que los acuíferos presentes en los sedimentos asignados al Cuaternario. Además, la presencia de sales en estos terrenos contribuye a la mineralización del agua contenida. La Unidad Hidrogeológica 3 corresponde a los materiales sueltos (bloque, grava, arena, limo - arcilla) de edad Cuaternaria que contienen los acuíferos más importantes explotados en la región.

Se confeccionó un mapa de isopiezas en sectores de la cuenca con información, identificándose el sentido regional de flujo subterráneo como noroeste –sureste a norte – sur, Figura 2. La recarga a la cuenca de agua subterránea del valle de Abaucán – Colorado está relacionada con las sierras que marginan la depresión, especialmente las del borde occidental por donde egresan los ríos Chaschuil – Guanchín, La Troya, etc. El agua procedente de las sierras y transportada por los cauces fluviales se infiltra en los sedimentos permeables del piedemonte y se mueve subterráneamente hacia la parte mas baja del valle donde escurre en dirección al sur y finalmente egresa del área de estudio por la zona de La Puntilla – Copacabana.

Siguiendo la cuenca en sentido norte – sur, la profundidad del nivel de agua subterránea en la zona de Los Nacimientos – Medanito – Saujil varía entre 0 m y 10 m; en Fiambalá está comprendida entre unos 35 m y 84 m; en Anillaco – El Puesto es inferior a los 16 m; en Tinogasta se ubica entre los 26 m y 106 m y finalmente en Copacabana varía entre 6 m y 23 m de profundidad. En la zona de Saujil y El

Puesto existen algunos pozos con nivel piezométrico elevado sobre la superficie del terreno (pozos surgentes).

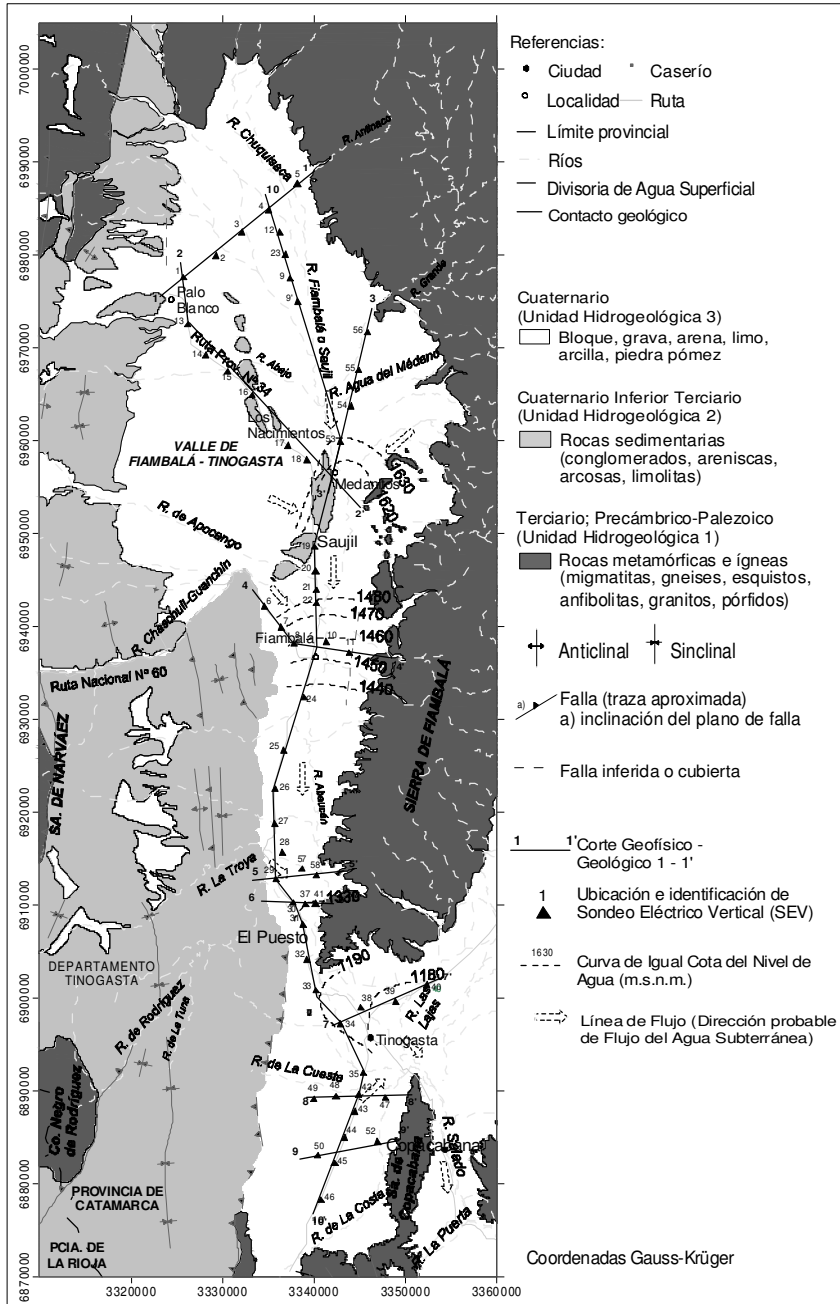


Figura 2. Ubicación de SEV, cortes geofísico – geológicos e Isopiezas (Año 2010).

Como resultado de la interpretación geofísico-geológica se diferenciaron en el subsuelo, desde abajo hacia arriba, las siguientes unidades: Basamento Resistivo; Relleno Conductivo y Relleno Resistivo. El Basamento Resistivo es una capa eléctrica cuya resistividad varía entre 100 ohm.m hasta unos 3000 ohm.m; se pudo detectar en la mayoría de los SEV y se correlaciona con la Unidad Hidrogeológica 1. La menor profundidad a la que se localiza es del orden de los 80 m - 90 m en Anillaco y aguas abajo de El Puesto, mientras que las profundidades mayores superan los 500 m en las zonas localizadas al norte de Medanitos y en Tinogasta - San Miguel. Las rocas que integran esta unidad poseen porosidad y permeabilidad secundaria debido a las fracturas (fallas y diaclasas) que las afectan, donde el agua puede ser almacenada y circular pero a los fines prácticos y con criterio económico, se consideran no acuíferas y constituyen el basamento hidrogeológico. El Relleno Conductivo presenta valores de resistividad más frecuentes comprendidos entre unos 10 ohm.m y 30 ohm.m y geológicamente se correlaciona con la Unidad Hidrogeológica 2.

Fue detectado en la mayoría de los SEV registrados constituyendo un paleorelieve irregular desde una posición aflorante - subaflorante al noroeste y suroeste de Saujil - Medanitos hasta profundidades máximas del orden de los 360 m al norte de Medanitos; al sur de Fiambalá y al norte de Tinogasta. El Relleno Resistivo incluye capas eléctricas con

resistividades más frecuentes entre unos 20 ohm.m y más de 2000 ohm.m y geológicamente se correlaciona con los terrenos de la Unidad Hidrogeológica 3. Presenta una zona superior de materiales no saturados (entre unos 120 ohm.m y más de 2000 ohm.m) y una zona inferior de terrenos saturados con los acuíferos más importantes para ser explotados en el área (principalmente valores de 24 ohm.m a 290 ohm.m). La cuenca sedimentaria rellena por los materiales cuaternarios de la Unidad Hidrogeológica 3, presenta espesores variables dentro del valle de Fiambalá - Tinogasta. Al norte de Medanitos, en la parte central del valle, se interpretaron espesores máximos de unos 360 m. En Medanitos - Los Nacimientos se origina el escurrimiento superficial del río Fiambalá a partir de la descarga o emergencia natural de agua subterránea; fenómeno éste debido a la reducción de la sección de paso del flujo de agua subterráneas procedente del norte del valle. La zona de Fiambalá, Figura 3, presenta un importante desarrollo de relleno cuaternario portador de acuíferos que son explotados actualmente por los pozos de la región. El espesor total es del orden de los 220 m a 260 m y cabe mencionar el pozo 15 de la Empresa Frutos de Fiambalá de 162 m de profundidad que tiene sus unidades filtrantes distribuidas entre los 78 m y 150 m y extrae un caudal de 253 m<sup>3</sup>/h con un rendimiento específico de 27.8 m<sup>3</sup>/h/m.

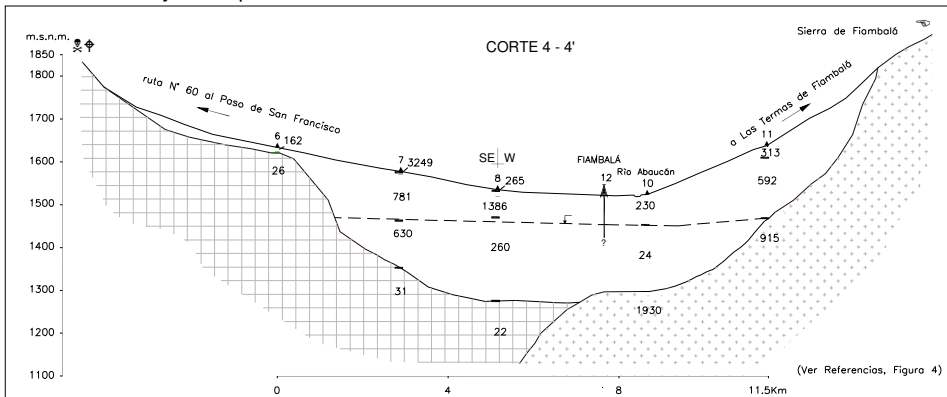


Figura 3. Corte geofísico - geológico 4 -4'.

En la zona de Anillaco - El Puesto, Figura 4, se registraron espesores máximos de la Unidad Hidrogeológica 3 del orden de los 200 m. Los acuíferos contenidos son explotados por pozos

cuyas profundidades llegan a superar los 160 m y extraen caudales que alcanzan los 350 m<sup>3</sup>/h con rendimientos específicos de 18 m<sup>3</sup>/h/m.

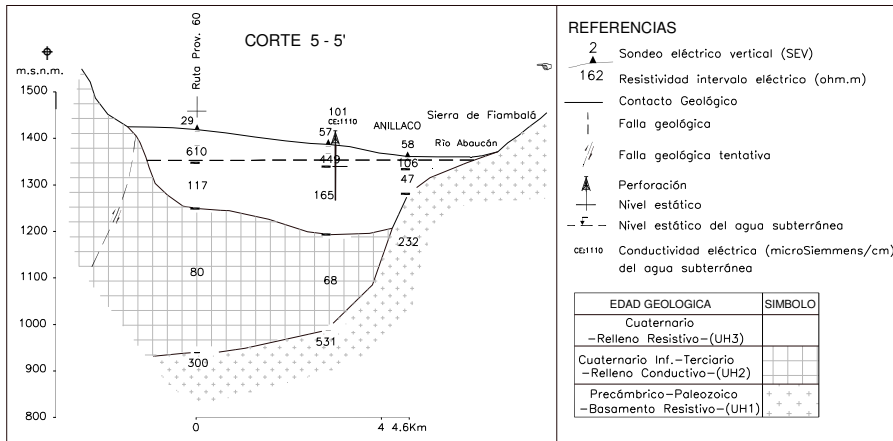


Figura 4. Corte geofísico – geológico 5 -5'.

En la región de El Puesto la Dirección Nacional de Geología y Minería perforó varios pozos; el de mayor profundidad atravesó 197.5 m de relleno sedimentario cuaternario y un solo pozo tiene características de surgente con un nivel máximo de surgencia de 3.10 m sobre el nivel del terreno para el acuífero más profundo ensayado (entre 137.3 m y 144 m de profundidad). En la región de Tinogasta, Figura 5, se verifica un incremento en el espesor de la

cuenca de agua subterránea, con un máximo de aproximadamente 300 m. Los pozos tienen profundidades de unos 260 m y extraen caudales del orden de los 200 m<sup>3</sup>/h con un rendimiento específico de 20 m<sup>3</sup>/h/m.

En la zona Las Higuieritas – Cieneguita que corresponde al ambiente hidrogeológico desarrollado al oeste de la sierra de Copacabana, los espesores máximos de relleno cuaternario interpretado son de unos 160 m.

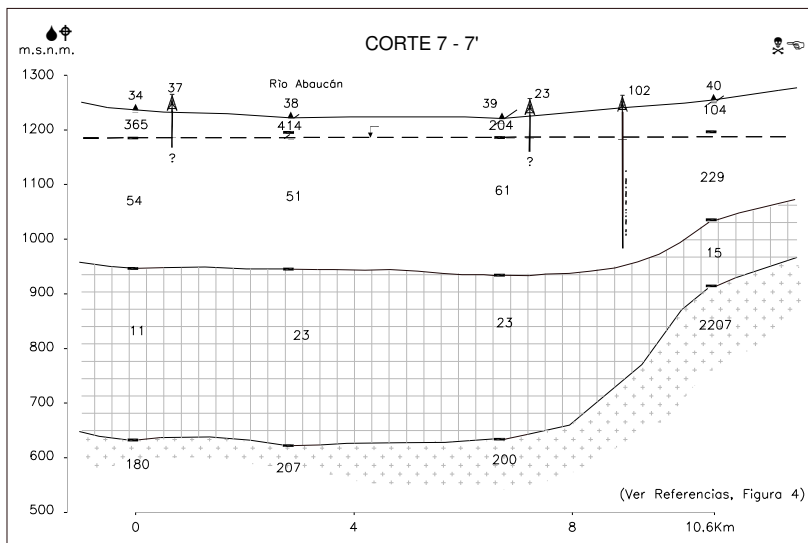


Figura 5. Corte geofísico – geológico 7 -7'.

El agua de los pozos muestreados en Medanitos - Saujil presenta una salinidad variable entre 450 y 880 μS/cm; el pH es de 7.7

a 8 unidades y tiene características sódicas bicarbonatadas a bicarbonatadas sódicas. El tenor de Fluoruro esta comprendido entre 0.3 y

0.7 mg/l y el de Boro varía entre 0.08 y 0.85 mg/l. El Arsénico alcanza un valor de 0.003 a 0.013 mg/l.

Aguas abajo, en la zona de Fiambalá, el agua es de características sódicas bicarbonatadas; presenta una salinidad superior, variando la conductividad eléctrica entre 810  $\mu\text{S}/\text{cm}$  y 985  $\mu\text{S}/\text{cm}$  y el pH está comprendido entre 7.6 y 7.7 unidades. El Nitrato presenta una concentración que varía de 2.1 a 6.1 mg/l; el Fluoruro entre 0.8 y 1.3 mg/l y el Boro entre 0.65 y 1.30 mg/l. El contenido de Arsénico es variable entre 0.014 y 0.020 mg/l.

En la región de Anillaco – El Puesto, las muestras de agua analizadas presentan una salinidad variable entre los 752  $\mu\text{S}/\text{cm}$  y 1560  $\mu\text{S}/\text{cm}$  y el pH es claramente básico o alcalino con valores que varían entre 7.9 y 8.0 unidades.

El Nitrato varía entre 1.7 y 2.9 mg/l; el Fluoruro entre 0.4 y 1.4 mg/l; el Boro oscila entre 0.5 y un máximo de 2.6 mg/l y el tenor de Arsénico está comprendido entre 0.008 y 0.023 mg/l. El tipo de agua de esta zona es principalmente sódica bicarbonatada y menos frecuente sódica bicarbonatada sulfatada, sódica sulfatada y sódica clorurada.

En la región de Tinogasta la salinidad total del agua varía entre 1140  $\mu\text{S}/\text{cm}$  y 2820  $\mu\text{S}/\text{cm}$ ; es decir aumenta respecto a los valores determinados aguas arriba de la cuenca y también aumenta el contenido relativo de cloruros. En la mayoría de las muestras analizadas el agua es de características sódica clorurada. El pH está comprendido entre 7.1 y 7.9 unidades, el tenor de Nitrato varía entre 1.3 y 24 mg/l, el Fluoruro entre 0.6 y 1.5 mg/l, el Boro entre 0.66 y 3.5 mg/l y el Arsénico entre 0.010 y 0.014 mg/l.

Finalmente, en la zona de Copacabana al agua alcanza los mayores valores de salinidad, variando entre 853  $\mu\text{S}/\text{cm}$  y 3400  $\mu\text{S}/\text{cm}$  y el pH entre 7.10 y 7.80 unidades. El agua es de características sódica clorurada y solo en dos casos es sódica sulfatada. El contenido de Fluoruro está comprendido entre 0.8 y 2.5 mg/l; el Boro entre 0.52 y 2.9 mg/l y el Arsénico (no analizado en todas las muestras) entre 0.002 y 0.006 mg/l y en tres muestras no fue detectado. En función de los parámetros analizados, el boro y arsénico generalmente supera los niveles guía establecidos por el Código Alimentario Argentino para consumo humano. En la zona de Copacabana existen casos donde además también supera los niveles guía el tenor de sulfato, cloruro, sólidos disueltos totales y fluoruro. En Anillaco – El Puesto y en la zona de

San Miguel – Tinogasta se detectaron en algunos casos tenores de nitrito y/o amonio que indican una contaminación reciente

La salinidad del agua de los 6 ríos muestreados varía entre 640  $\mu\text{S}/\text{cm}$  y 1290  $\mu\text{S}/\text{cm}$  para los ríos Fiambalá y Chaschuil respectivamente. La concentración de arsénico en el río Chaschuil es de 0.420 mg/l y resulta la mayor de todas las fuentes superficiales y subterráneas analizadas.

Para la identificación de las áreas más favorecidas en sus condiciones hidrogeológicas, Figura 6, se establecieron como condiciones una conductividad eléctrica menor a 2250  $\mu\text{S}/\text{cm}$  (considerada como salinidad máxima aceptable para el uso de agua subterránea para riego) y la presencia de un espesor de sedimentos cuaternarios saturados igual o superior a 100 m. Debe señalarse que corresponde considerar otros indicadores hidroquímicos tales como RAS (Relación de Adsorción de Sodio), CSR (Carbonato de Sodio Residual) y contenido de Boro, para la valoración de posibilidades de riego de cultivos en particular.

## Conclusiones

Se reconocen en el área de estudio tres Unidades Hidrogeológicas. La Unidad Hidrogeológica 1 comprende rocas ígneas y metamórficas de edad Precámbrico – Paleozoico – Terciario, que conforman los relieves montañosos que bordean el valle por el norte, este y sur, y constituyen el basamento hidrogeológico. La Unidad Hidrogeológica 2 son rocas sedimentarias principalmente del Terciario hasta el Cuaternario Inferior; constituye los afloramientos que integran las elevaciones que marginan por el oeste el valle y algunas lomadas interiores. Podrían contener niveles acuíferos pero de menor productividad y rendimiento que los presentes en los sedimentos del Cuaternario. La Unidad Hidrogeológica 3 está integrada por materiales sueltos (bloque, grava, arena, limo –arcilla) de edad Cuaternaria que contienen los acuíferos más importantes explotados en la región. La profundidad medida del nivel de agua subterránea es máxima en el sector centro y sur del valle (Fiambalá y Tinogasta) con 26 m a 106 m; mientras que en el sector norte (Los Nacimientos, Medanitos, Saujil) es inferior a los 10 m; en Anillaco – El Puesto es inferior a los 16 m; en el sector sur (Copacabana) se ubica entre 6 m y 23 m y existen casos de pozos surgentes en la zona de Saujil y El Puesto.

