

REVISTA  
DE LA  
ASOCIACION GEOLOGICA ARGENTINA

Tomo XIII

Julio de 1958

Nº 3

ESTUDIO HIDROGEOLOGICO DE LA ZONA DE MEDIA AGUA  
DEPARTAMENTO SARMIENTO, PROVINCIA DE SAN JUAN

Por CARLOS A. ROUSSEAU

RESUMEN

A base de los datos aportados por cerca de 35 perforaciones, a reconocimientos geológicos expeditivos y a un estudio de prospección geoelectrica, se estudiaron las características hidrogeológicas de la zona entre el Río San Juan y las primeras estribaciones de la Sierra Chica del Zonda.

Hacia el Este se comprueba la existencia de una gruesa cubierta de sedimentos *fluvio-lacustres*, asignados al Pleistoceno, los que no han sido atravesados por las perforaciones en su espesor total. Las acuíferas alcanzadas, corresponden allí a capas de arena fina y gravillas, de espesor y extensión areal no uniforme e irregular, intercaladas en esos sedimentos. En la irregularidad de esas capas acuíferas radica uno de los principales problemas en la exploración y explotación del agua subterránea en la región. La distribución y movimiento del agua subterránea en la parte oriental están evidentemente sujetos a un "control" sedimentario. Se pudo dividir aproximadamente esta zona oriental en siete áreas hidrogeológicas, comprobándose que las más productivas, en lo que a agua subterránea se refiere son las ubicadas al nordeste.

De las observaciones realizadas en la zona occidental, comprendida entre la Sierra Chica del Zonda y la vía férrea del ferrocarril de Mendoza a San Juan (F. C. San Martín), se comprobó la existencia de un gran cono de deyección (Río del Agua), que uniéndose a otros conos (quebrada de la Flecha y Río Acequión), forman los típicos *alluvial fans* al pie de la sierra. Si bien se supone que el cono de deyección mencionado en primer término, juega un importante papel como elemento hidrogeológico, no se ha podido conocer el carácter del mismo con exactitud, pero todos los indicios parecen indicar que no hay aportes de agua subterránea desde el oeste hacia el este. Factores de índole sedimentario y fallas de comprobada existencia regional también parecen actuar en tal sentido.

En consecuencia, se supone que la Zona de Media Agua es hidrogeológicamente un apéndice distal de la cuenca subterránea del Valle del Tulún, recibiendo las acuíferas sus aportes hídricos principalmente desde el norte.

1

This One



GCXR-QPW-B5P9

Hasta la profundidad máxima (345 metros) alcanzada por las perforaciones en la zona oriental, no se han atravesado napas surgentes, si bien las mismas son por lo general de niveles piezométricos de valor reducido pero negativo. Se trata de acuíferas poco caudalosas, siendo generalmente la calidad del agua de regular a malo. Se pudo comprobar además que un elevado porcentaje de las perforaciones existentes han fracasado por fallas técnicas de construcción o terminación, no habiéndose ajustado las mismas a ninguna planificación ni estudio geológico previo.

Se sugiere la aplicación de procedimientos técnicos apropiados para la perforación y terminación de los pozos, proponiéndose además la ubicación de tres pozos de exploración, uno con profundidad de 800 metros en la zona de San Carlos, al sur de Media Agua, y los otros dos en la zona de la estación Cañada Honda, a una profundidad de 300 metros.

No se descarta, finalmente, la posibilidad de encontrar acuíferas con buenos rendimientos de caudal en los sedimentos del Terciario, pero es evidente que esas aguas serán por lo general muy mineralizadas.

#### ABSTRACT

Hydrological features between Rio San Juan and Sierra Chica del Zonda based on wells, geophysical and geological observations are given.

#### I. INTRODUCCION

El presente informe corresponde al estudio hidrogeológico de la zona de Media Agua, departamento de Sarmiento, al sur de la provincia de San Juan. Si bien el objetivo inicial de este trabajo fué el de conocer las posibilidades de explotación de agua subterránea para fines de regadío en la localidad de San Carlos, al sur de Media Agua, el estudio se extendió a toda la zona con el propósito de obtener una noción más amplia sobre el cuadro hidrogeológico regional, y de allí poder extraer conclusiones para la zona de mayor interés en particular.

El estudio consistió en un análisis de las condiciones hidrogeológicas de toda la zona, con revisión de los resultados alcanzados por las perforaciones para agua, de observaciones geológicas realizadas al oeste de la zona, y de un estudio geofísico de prospección geoelectrica por el método de medición de resistividades.

La zona de Media Agua es una región agrícola, cuyos cultivos principales son la vid y los frutales. El riego se ha venido efectuando hasta hace muy poco tiempo, exclusivamente por la red de canales del sistema de regadío del río San Juan. No obstante, en los últimos años el aumento del área cultivada en toda la región del Valle del Tulún, ha creado el problema de la escasez del agua, especialmente

en la zona de Media Agua, por hallarse en el extremo meridional de esa red de riego. Ello motivó que a partir de 1950 se iniciaran con mayor intensidad los trabajos de perforación para alumbramiento de agua subterránea, trabajos que han tenido resultado diverso. *Muchas perforaciones han fracasado o no producen el rendimiento esperado, por marcadas deficiencias técnicas de construcción. En otros lugares son las características hidrogeológicas desfavorables, las que han incidido para que elevadas inversiones en obras de este tipo no aportaran resultados positivos o por lo menos satisfactorios.*

Como base topográfica para el presente trabajo se utilizó parcialmente el plano de la zona bajo riego del río San Juan, escala 1 : 50.000, confeccionado por el Departamento de Hidráulica de la Provincia en enero de 1953, y parcialmente planos en escala 1 : 5.000 para ubicación de los perfiles geoelectricos.

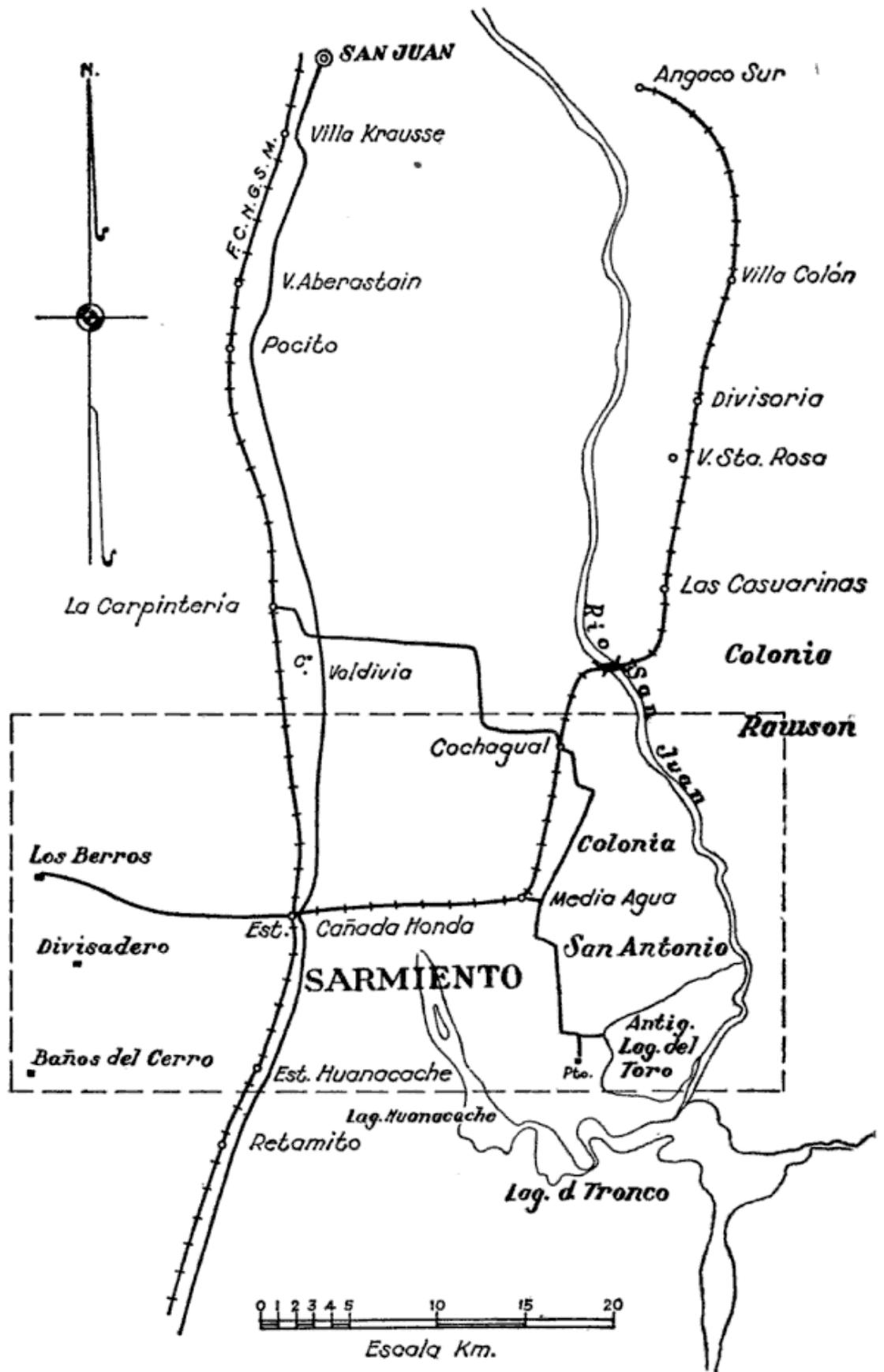
## II. RASGOS GEOGRAFICOS Y GEOMORFOLOGICOS

La zona estudiada, con una superficie aproximada de 1.000 kilómetros cuadrados, se extiende entre el río San Juan, al este y el faldeo oriental de la Sierra Chica del Zonda, al oeste, correspondiendo su latitud geográfica al paralelo 32 (latitud Sur) aproximadamente, el que pasa algo al sur de la Villa de Media Agua.

Hacia el este se extiende una vasta llanura que forma parte de la planicie aluvional del río San Juan, y cuya altura sobre el nivel del mar oscila alrededor de los 540 metros, correspondiendo el área más baja a las lagunas situadas al sudeste del área estudiada. Tales son, entre otras, las lagunas del Toro, de la Balsita y del Rosario, a las que eventualmente llegan las aguas del río San Juan, y en las que prácticamente se encuentra el nivel base de erosión del río.

A partir de la línea determinada por la ruta nacional n° 40, esa llanura va ascendiendo paulatinamente hacia el oeste, hasta una altura de 600 metros sobre el nivel del mar, en las proximidades de la línea férrea del Ferrocarril San Martín (línea de Mendoza a San Juan), y de 800 metros sobre n. m., al pie de la sierra.

Al oeste de la vía férrea el relieve está cortado por numerosos lechos de ríos secos, que bajan de las quebradas del Pedernal, Aguaditas, Los Berros, La Flecha, etc. La quebrada del Río del Agua corresponde a un *canal de descarga* en cuya desembocadura se sitúa el ápice de un cono de deyección de considerables dimensiones, y cuya área de desarrollo comprende la zona situada al oeste de la línea del ferrocarril,



Plano de ubicación

principalmente entre las estaciones Huanacache y Cañada Honda, considerándose que su borde distal estaría próximo a la línea citada. No existen ríos con agua permanente, tratándose de los típicos ríos secos cuyas corrientes esporádicas adquieren marcada competencia para el arrastre de materiales, al producirse lluvias torrenciales.

Geomorfológicamente, y de acuerdo a la clasificación de von Engenl (7, pág. 60), la zona de estudio comprende dos unidades distintas. En su parte occidental se extiende una *planicie pedemontana*, con su margen oeste formada por la zona montañosa de la Precordillera, de la cual derivan los materiales que la forman. Hacia el Este esta planicie pasa gradualmente a una unidad geomorfológica distinta, tal cual es la planicie fluvio-lacustre del río San Juan, con sus característicos sedimentos de textura fina.

### III. GEOLOGIA

Como etapa inicial del trabajo se fueron efectuando las siguientes tareas:

- 1º Revisión analítica de la información geológica existente, y que pudiera tener relación con la zona de estudio.
- 2º Reconocimiento geológico expeditivo de la zona cerro Valdivia, Los Berros, Quebrada del Agua del Pedernal, Las Aguaditas, Divisadero y estación Cañada Honda.

Los informes geológicos existentes hacen referencia principalmente a la Sierra Chica del Zonda, y salvo algunas referencias localizadas de Tapia (15, pág. 22) para la parte occidental del área estudiada, sólo se dispone de datos de carácter regional (Groeber (10), Tapia (15), Rodríguez (13), Zakalik (16), en lo que a la parte oriental concierne.

En la región estudiada se hace indispensable el conocimiento del cuadro geológico de la zona a fin de poder comprender mejor los fenómenos de distribución y movimiento del agua en el subsuelo. En principio, ya de la descripción de los caracteres geomorfológicos se desprende la existencia de dos zonas distintas, cuyo límite podrá demarcarse convencionalmente por la línea férrea del F. C. San Martín (línea Mendoza-San Juan).

*Zona Oriental:* Al Este se ha comprobado que debajo de una delgada cubierta de sedimentos recientes existe un espesor considerable de sedimentos fluvio-lacustres, que las perforaciones para agua realizadas en la zona, algunas con profundidad total de 350 metros, no han atravesado

en todo su espesor. Estos sedimentos están constituidos por capas arcillosas y limosas, de color rosado a pardo claro y grisáceo, con intercalaciones de limos pardo grisáceos, y niveles tobáceos.

Se intercalan también en este perfil, a distintas profundidades, estratos de arena fina a mediana y capas de conglomerado fino (gravillas), todo de espesor variable, y de color gris a verde oscuro, estando compuestos los conglomerados de granos subredondeados a subangulosos de cuarzo, pedernal, cuarcita verdosa, grauvacas y rocas efusivas (nótase la falta de rodados de caliza).

Las capas de arena y gravillas tienen un carácter lenticular, y son de importancia, pues ellas constituyen las acuíferas productivas de la zona.

Por otro lado, se desconoce el substratum de este complejo sedimentario, ya que las perforaciones no lo han atravesado totalmente, pero es de suponer que debajo del mismo se disponen capas del Terciario (Plioceno-Grupo Calchaquí).

Los sedimentos fluvio-lacustres que se citan en los párrafos precedentes han sido asignados al *Pleistoceno Superior*, correlacionándolos, al menos en sus niveles superiores, con el *Lujanense*. El hallazgo de abundantes restos de *gasterópodos* fósiles de agua dulce, en las perforaciones realizadas en la zona, confirma el carácter lacustre de algunos niveles de los sedimentos atravesados. Esos hallazgos son los siguientes:

*Pozo n° 7:* Colonia San Antonio, entre 132,50 y 137,50 metros de profundidad, en capas de arena fina a mediana. (Comunicación verbal del ingeniero Herrero).

*Pozo n° 28:* *Cochagüal*, en distintas profundidades en intercalaciones arenosas a partir de los 200 metros de profundidad. (Comunicación verbal).

Tapia (15, pág. 22), haciendo referencia a estas capas en sus afloramientos de la zona de la estación Cañada Honda, habla de: "una potente acumulación lacustre y fluvial, sobre todo en su porción superior, cuya dispersión en los valles antecedentes de la Precordillera es sencillamente extraordinaria". Según el mismo autor, están finamente estratificados y en posición horizontal, conteniendo abundantes *Hidrobias*, correlacionando estos sedimentos con las llamadas "*capas de Borbollón*", que son sedimentos fluvio-lacustres compuestos de arcillas, cenizas volcánicas y arenas alternantes, características en la zona de Borbollón, Mendoza.

En resumen, corresponden estos sedimentos en la zona de Media Agua, a los sedimentos fluvio-lacustres cuaternarios de gran dispersión en las llanuras de pie de sierra y en ambientes precordilleranos, y cuya distribución ha sido señalada por Tapia en su *Ensayo Paleogeográfico de los Grandes Lagos Cuaternarios*. Tapia (15, pág. 58 A). Amplias referencias sobre este tipo de sedimentos pueden encontrarse en el trabajo de Groeber y Tapia (11, pág. 19) y Rodríguez (13, pág. 22 y sig.).

Tal como ya dijéramos las capas de arena y gravillas representan en su mayor parte intercalaciones de origen fluvial, las que tienen fundamental importancia en la hidrogeología de la zona, porque ellas constituyen primordialmente las capas acuíferas. Su origen debe buscarse en los sedimentos que se acumularon en el fondo de los cauces cuando disminuyeron las crecientes. Ello explica el carácter lenticular y las variaciones en espesor y extensión de esas capas. Tal como lo anotan Dunbar y Rodgers (8, pág. 31 y sig.), refiriéndose a este tipo de sedimentos, esta irregularidad se manifiesta no sólo en sentido horizontal sino también en el vertical, ya que el curso del río ha tenido un carácter divagante a través de toda su historia.

Gran parte de estos sedimentos han sido entonces depositados por el río San Juan, el que actualmente también muestra en su lecho a la altura de la zona de Media Agua, un franco predominio de sedimentos finos (gravillas, arenas finas, etc.). Son los característicos sedimentos depositados en la planicie aluvial, en el curso inferior del río, en donde se produce la acumulación de sedimentos de textura fina, constituyendo los típicos depósitos del *flood-plain* (llanura aluvial o planicie de inundación).

Se observa también que mientras la arena y grava fina es transportada y finalmente depositada en el cauce del río, el material más fino, como limo y arcillas, es dispersado sobre la llanura al producirse el receso de las inundaciones, originadas por el aumento esporádico del caudal río. Realmente, los depósitos que el río ha dejado al presente no son representativos de toda la columna de sedimentos aluviales, y esto se debe al hecho de que el río ha ido cambiando su régimen.

Las condiciones de deposición de esos sedimentos explican en parte el cuadro hidrogeológico de la zona, a la vez que inciden indirectamente en los problemas de exploración y explotación del agua subterránea.

Resumiendo, vemos entonces que esa gruesa cubierta sedimentaria

de material detrítico proviene de la erosión de las áreas positivas del Oeste, y que fué depositada por el río San Juan y sus tributarios, ya en el cauce de los mismos, o en vastas superficies por acción de las inundaciones areales. El material muy fino fué así llevado a los lagos o "playas" que ocupaban la parte más baja de las depresiones, en donde se depositaron en forma de capas lacustres bien estratificadas, o como *playa clays* (arcillas de playa). En algunos casos esas capas lacustres quedaron interestratificadas con el aluvio o sedimentos aluvionales más gruesos. Una parte de esos sedimentos pudo a su vez haber sido erosionado o redepositado en forma de dunas o depósitos de "loess", que abundan al Este. Un buen ejemplo similar de capas lacustres intercaladas en sedimentos aluviales, es citado por Meinzer para el Valle de San Simón, en Arizona y Nueva México, EE. UU. (Meinzer, <sup>12</sup>, p. 297).

En la zona de Media Agua, en donde los registros litológicos aportados por las perforaciones son poco explícitos, es muy difícil el separar los sedimentos finos aluvionales de las capas lacustres. No obstante a los efectos del problema hidrogeológico, nos interesa saber sobre la existencia comprobada de potentes capas arcillosas y limosas que actúan como buenas *capas confinantes*, y las que eventualmente llevan intercaladas capas arenosas o de gravillas que constituyen las *capas acuíferas*.

*Zona occidental:* Al poniente de la actual ruta n<sup>o</sup> 40 comienza a elevarse la llanura ya descrita, en forma suave, aumentando la pendiente al oeste de la vía férrea, en donde se manifiesta con todos los rasgos típicos de una *llanura pedemontana*, culminando en su parte más elevada al pie de las estribaciones orientales de la Sierra Chica del Zonda.

La Sierra Chica del Zonda está compuesta principalmente de elementos paleozoicos, presentándose en forma de una serie de bloques escalonado y sobreelevados de este a oeste. Es de destacar que las fallas que separan tales bloques, son de rumbo preferentemente norte-sur, y de tipo inverso, y generalmente con el plano de fractura inclinado al Este, estando del mismo lado del labio alto (Braccacini,<sup>4</sup> pp. 81-37).

Esa estructura de fallas, que también afectaría el subsuelo de la llanura pedemontana, puede jugar un rol de importancia en el movimiento del agua subterránea.

Debe agregarse que sobre el Carbonífero suele asentarse con un conglomerado basal, y aparentemente sin discordancia angular, los sedimentos del Terciario (Calchaqueño, Plioceno). Este está compuesto de margas y areniscas arcillosas, areniscas masivas de grano

mediano, con escasas intercalaciones conglomerádicas, siendo el conjunto de tonalidades preferentemente rosadas y rojizas. Existen afloramientos de estas capas en la zona de estudio, en los Berros y las Aguaditas, entre otros lugares.

Como depósitos más modernos aún, deben mencionarse los conos de deyección, uno de los cuales, y que se presenta con grandes dimensiones, tiene su ápice en la desembocadura del Río del Agua, Groeber (10, pág. 40) expresa que “estos conos de deyección de la Sierra Chica del Zonda no suelen llegar a la línea del ferrocarril de San Juan a Mendoza, que los corta excepcionalmente.

En cuanto a la relación estratigráfica entre estos conos de deyección y los sedimentos fluvio-lacustres que afloran al Este se plantea una discusión. En tal sentido Tapia (15, pág. 22) opina que son más modernos y se superponen a los sedimentos fluvio-lacustres. Por otra parte, es conveniente tener en cuenta que estos conos de deyección son de carácter compuesto, es decir, formados por varias series de depósitos pedemontanos superpuestos y originados en sucesivas reactivaciones de la erosión por elevación de la sierra. En tal caso no sería extraño que algunos niveles inferiores se hayan depositado sincrónicamente con los sedimentos de la planicie aluvional del este, existiendo así un *engranaje o reemplazo lateral* de los mismos. De ser cierta esta suposición esa interestratificación se produciría en el subsuelo, algo al oeste de la posición de la línea férrea, relación que sólo podrá ser comprobada por futuras perforaciones de exploración en esa zona. (Ver perfil transversal adjunto).

La perforación n<sup>o</sup> 33 en la Aguadita no aportó ningún dato sobre el particular, ya que prácticamente entró directamente en los sedimentos del Terciario.

Finalmente debe señalarse la existencia de fallas que inclusive afectan los sedimentos de los conos de deyección en forma comprobada. Ver Amos (1, pág. 22) y Braccacini (4, págs. 77 y 78). Este hecho podría tener su marcada importancia al considerar la distribución y movimiento del agua del subsuelo en la zona.

Por último no debe dejar de citarse la existencia al noroeste de la zona estudiada de un bloque de basamento cristalino elevado, correspondiente al Cerro Valdivia, formado por elementos metamorfizados como anfibolitas, micacitas y cuarcitas, los que presentan similitud con las rocas cristalinas de la Sierra de Pie de Palo y los Cerrillos de Barbosa, situados al E-NE y al S, respectivamente, de la ciudad de San Juan. Sobre esos elementos cristalinos del Cerro Valdivia se dis-

pone una cubierta paleozoica constituida por areniscas cuarzosas y feldespáticas, que han sido asignadas al Carbonífero. Tanto el Cerro Valdivia como los Cerrillos de Barbosa, parecen formar parte de un cordón de basamento elevado, cuya existencia en el subsuelo implicaría la presencia de un umbral, actuando como elemento de importante rol en el movimiento y distribución del agua subterránea.

#### IV. HIDROGEOLOGIA

##### *a) Características generales de la explotación del agua subterránea en la zona:*

Cerca de 40 perforaciones cuya profundidad máxima alcanzada en un sólo caso es de 345 metros, y dispersas sobre un área de extensión considerable, suministran los datos incompletos de que se dispone sobre el agua subterránea de la zona. De todas esas perforaciones el mayor número se concentra en la parte nordoriental, lo que se justifica por tratarse de un área de explotación agrícola semi-intensiva.

Lamentablemente el 50 % de estos pozos son improductivos, por distintas causas, pudiendo ser imputadas en algunos casos a las condiciones hidrogeológicas desfavorables de por sí, pero en muchos otros a deficiencias técnicas de perforación y explotación. Queda así evidenciado el ejemplo de la zona de Media Agua, como el de una región en donde se ha encarado la explotación de agua subterránea sin estudios hidrogeológicos previos ni control de las perforaciones, transgrediendo técnicas básicas de perforación y explotación, todo lo que ha traducido en que, aun cuando se han efectuado inversiones elevadas, no se hayan obtenido resultados que las compensasen.

La mayor parte de las perforaciones han sido realizadas por capital privado, con excepción de las dos realizadas por el Departamento de Hidráulica de San Juan, una por Dirección de Arquitectura Escolar, otra por Obras Sanitarias de la Nación, y una más por cuenta de la Dirección de Minas y Geología.

##### *b) Características hidrogeológicas de la zona oriental:*

Las principales napas acuíferas de la zona, están constituidas por capas de arena fina, arena gruesa y gravillas intercaladas dentro del paquete arcilloso ya descripto para los sedimentos fluvio lacustres cuaternarios.

Del análisis de las características litológicas y sedimentarias de estos sedimentos se desprende el carácter irregular de las acuíferas de la zona, tanto en sentido vertical (espesores) como horizontal (extensión).

Por lo general, las acuíferas dan caudales pobres (insuficientes para regadío) aunque con presión artesiana suficiente para obtener niveles piezométricos negativos de valor reducido.

No se han alcanzado napas surgentes a profundidades sobre los 365 metros, desconociéndose si las hay a profundidades mayores. Se trata en general de aguas muy salinizadas de calidad generalmente no potables, e inadecuadas o malas para uso de riego. La napa freática, no muy bien definida, aparece a profundidades alrededor de los 4 a 50 metros, siendo por lo general de caudales pobres y agua de mala calidad.

Del estudio hidrogeológico de la zona, se ha podido efectuar una división en 7 áreas de características hidrogeológicas diferentes. Los límites de las mismas son, como es obvio, no bien definidos dado el número reducido de perforaciones, pudiendo arribarse a la conclusión de que las variaciones de un área a otra son esencialmente de carácter litológico. En consecuencia, en la zona oriental la distribución y movimiento del agua subterránea depende primordialmente de un "control" sedimentario <sup>1</sup>.

Las áreas demarcadas son, como se puede apreciar en el plano adjunto, alargadas en sentido Norte-Sur, notándose a partir del área n<sup>o</sup> 4 en dirección Este-Sudeste un paulatino desmejoramiento de las condiciones del agua subterránea (disminución de caudales, reducción de espesor y continuidad de las acuíferas, etc.).

Esto explica tales circunstancias si se tiene en cuenta que las principales acuíferas han tenido esencialmente su origen por deposición de sedimentos del río San Juan.

<sup>1</sup> El término "Control geológico" ha sido introducido por Ferris y Sayre (9, pág. 718), en un trabajo publicado en 1955, estableciendo que las características geológicas de una zona aportan los más importantes controles en la continuidad hidráulica de las rocas y sedimentos, considerados como conductos naturales de agua subterránea. Esos controles ejercerán su influencia en la presión, dirección de movimiento, filtración, calidad y métodos y prácticas de explotación de las aguas del subsuelo. En resumen, que la geología de una zona controla en mayor o menor grado la distribución y movimiento de las aguas subterráneas. Ampliando tal concepto es que podemos hablar en una región de "controles sedimentarios" o "estructurales", según el caso.

*Áreas hidrogeológicas:* (Están marcadas en el plano con los números 1 a 7).

*Zona n° 1 Colonia Fiscal:* Comprende una faja alargada en sentido Norte-Sur, limitada al Oeste por la ruta nacional n° 40, y situada al Este de los campos de la Azucarera de Cuyo. Dado lo reducido de la dotación superficial de riego (canal Colonia Fiscal), se han hecho varios intentos de explotación de agua subterránea por parte de particulares y del Departamento de Hidráulica de la provincia de San Juan.

La perforación más profunda allí realizada (n° 12 del Departamento de Hidráulica) alcanzó los 300,80 metros, atravesando 3 acuíferas. La *primera* (11,90-13 m) es salobre (ver análisis n° 1), y de caudal muy pobre, ya que no dió al ensayarla más de 1,1 m<sup>3</sup>/hora. Se trata, evidentemente, de la napa libre.

La *segunda* acuífera, que no fué ensayada, fué encontrada entre los 64,50 y 72,75 metros de profundidad bajo boca de pozo. Finalmente se atravesó una *tercer* acuífera entre los 91,90 y 93,80 metros, siendo ésta de carácter ascendente con nivel piezométrico negativo de 9,15 m. Produce de acuerdo al ensayo 7,6 m<sup>3</sup>/hora, con una depresión de 9,35 metros. Se trata de una napa pobre, aunque de buena calidad y potabilidad. (Ver análisis n° II).

Recientemente se perforaron dos pozos en la misma Colonia Fiscal por cuenta de particulares.

El *pozo Elemoff* (n° 11) alcanzó las dos primeras napas del pozo anterior. Se ensayó la segunda (63,50-64,30) comprobándose que da agua de buena calidad, obteniéndose con compresor unos 15 m<sup>3</sup>/hora para 11 metros de depresión. Se calcula que con una bomba de profundidad se obtendrá un caudal de unos 36 m<sup>3</sup>/hora.

Por última el *Pozo Brizuela* (n° 13), situado a 2 1/2 kilómetros al norte del pozo n° 12, alcanzó en 54 metros bajo boca de pozo la segunda napa acuífera de los dos pozos anteriores. En resumen, las perspectivas de explotación de agua subterránea con fines de regadío son poco promisorias, ya que se trata de acuíferas pobres que dan caudales reducidos.

Con respecto al perfil litológico del pozo n° 12, conviene aclarar que se nota una mayor cantidad de capas de arena y gravillas intercaladas en el perfil, que en los pozos perforados más al Este. Existe una posibilidad de que parte del material clástico más grueso de este perfil provenga del oeste. No obstante, se plantea un interrogante al respecto, ya que faltan rodados gruesos, que con toda probabilidad deberían

aparecer dada la distancia relativamente corta a las áreas positivas del oeste. Sin duda se trata de un problema que debería ser investigado más cuidadosamente.

2) *Campos de Riveros, al oeste de la vía férrea.* — Esta zona se presenta con sus acuíferas no muy bien definidas, ya que por un lado existen pocas perforaciones, y por el otro algunas de ellas han sido abandonadas por deficiencias de construcción. (Se trata de los “embancamientos” con arena, como consecuencia del uso de filtros inadecuados). Parecen, además, incidir en el problema marcadas variaciones laterales de la sedimentación.

El *Pozo Furlotti* (nº 15) atravesó dos posibles acuíferas (no ensayadas) entre los 70-75 metros bbp. y 86-89 metros de profundidad. Al presente se explota una acuífera entre los 207,50 m y 229 m de profundidad bajo boca de poco, obteniéndose agua de buena calidad para regadío (análisis III), con un caudal promedio de 100 m<sup>3</sup>/hora.

A 4 kilómetros al norte de este pozo y un kilómetro al oeste de la estación Cochagual del F. C. San Martín, está el *Pozo Lanteri* (nº 18), que fuera recientemente perforado y que ya entró en producción. Entre los 80 y 90 metros la perforación atravesó una acuífera que da buenos caudales para regadío, 120 m<sup>3</sup>/hora, aunque la calidad del agua es mala, según lo comprobado en el análisis químico respectivo (análisis IV), pudiendo resultar nociva para los cultivos por su bajo índice de álcali. Esta napa acuífera parece corresponder a la atravesada en el pozo nº 15, entre los 70 y 89 metros de profundidad.

Los pozos 16 y 17 de la Sucesión Maurín explotan acuíferas ascendentes, cuya profundidad oscila alrededor de los 70 metros, siendo los caudales pobres y el agua de mala calidad. Un kilómetro y medio al oeste del pozo nº 15 está ubicado el *Pozo Maurín* (nº 14). Según los datos obtenidos ese pozo explotaba una acuífera a 140 m de profundidad. Al presente no está en funcionamiento por “embancamiento” de los filtros por falta de engravado y acumulación de arena.

Con respecto a esta zona, puede afirmarse que a la luz de futuras perforaciones podrán ser determinadas con más claridad las condiciones hidrogeológicas de la misma, aunque aparentemente no existe una continuidad lateral de las acuíferas debido a cambios litológicos.

3) *Colonia San Antonio, Cochagual Este.* — Comprende esta zona una faja de rumbo Norte-Sur que abarca parte de la Colonia San Antonio y Cochagual, al Este de la vía férrea, constituyendo posiblemente el área más favorable para la explotación del agua subterránea en la

localidad de Media Agua, contando al presente con más de 10 perforaciones en producción.

La mayoría de esas perforaciones se encuentran en la parte norte de la citada faja, siendo utilizadas primordialmente para regadío. La principal acuífera es alcanzada por la mayoría de los pozos entre los 115 y 145 metros de profundidad bajo boca de pozo, siendo la misma acuífera que en el *Pozo Bettio* (nº 27) de uno de los mejores caudales de la zona (200 a 250 m<sup>3</sup>/hora). Otros pozos que explotan la misma acuífera dan caudales menores (*Pozo Collado*, nº 24, 50 m<sup>3</sup>/hora; *Pozo Barceló*, nº 22, 130 m<sup>3</sup>/hora), pero ello puede atribuirse a variaciones laterales de permeabilidad y porosidad en la acuífera, o a deficiencia técnica en la terminación de los pozos, tal como la falta de engravamiento de los filtros, la mala ubicación de los mismos frente a la acuífera, al uso de equipos de bombeo inadecuados, etc.

El *Pozo Monti* (nº 28), no ensayado y abandonado, atravesó varias capas de gravilla y arena más abajo de los 100 metros de profundidad, por lo que no se descarta la posibilidad de que algunas de esas capas, especialmente la de 201 metros bbp., pudieran resultar acuíferas productivas. •

Los pozos más profundos de esta zona son el nº 27, que llegó a los 203,10 m de profundidad final, y el nº 28, que fué perforado hasta los 255 metros. Se adjunta el análisis químico correspondiente al pozo nº 24 (análisis V), que presenta un agua de calidad poco apta para bebida y mediocre en su aptitud para riego.

Al sud de esta zona, ya en la Colonia San Antonio, han sido perforados recientemente dos pozos con éxito. Son ellos el *Pozo Peña* y el *Pozo Herce*, marcados en el plano con los números 6 y 7 respectivamente. El primero explota una acuífera entre los 114,20 m y los 136,70 m de profundidad.

El pozo nº 7 explota una acuífera entre 120,40 m y 144 m bajo boca de pozo, produciendo unos 80 m<sup>3</sup>/hora, que podrían ser aumentados a 150 m<sup>3</sup>/hora bajando la bomba de profundidad y aumentando las revoluciones del motor que acciona la bomba. Ver análisis VI, correspondiente a la muestra de agua extraída, agua que por su calidad es tolerable en su aplicación para regadío. La napa explotada por ambos pozos pareciera ser la misma de la zona de Cochagual, conclusión a que se arribaría por la similitud en la litología del terreno y por la profundidad y características químicas del agua subterránea.

*Zona n° 4. Colonia Sílvia:* Comprende una faja de rumbo submeridional que limita al Este con el curso actual del río San Juan, al Sur con la Colonia San Antonio y al Oeste con la zona de Cochagual, ya descripta.

Se ha podido localizar la presencia de una acuífera cuya profundidad varía entre los 170 y 180 metros. Se trata de una napa ascendente, con nivel piezométrico negativo de 5 metros aproximadamente, y en los pozos n°s. 30 y 32 se han obtenido, por bombeo de la misma, caudales promedio de 140 m<sup>3</sup>/hora. La capa está formada por una gravilla y ripio fino, alternando con capas de arena fina y capas de arcilla.

Estos pozos bombean gran cantidad de arena fina junto con el agua, factor que deberá ser tenido en cuenta al perforar pozos en la zona, ya que al no engravar y utilizar filtros apropiados se produce el embancamiento y en algunos casos la reducción de los caudales.

El pozo n° 31, que según los datos obtenidos alcanzó una profundidad total de 289 metros, atravesó entre los 269 m y 286 m una acuífera de buenas características, ya que produciría por bombeo un caudal horario de 180 m<sup>3</sup>.

Esta zona presenta algunas variaciones de carácter hidrogeológico con respecto a la anterior. En primer lugar las acuíferas son más profundas y dan caudales mayores. Litológicamente parece existir una mayor proporción de arena fina en determinados niveles de los terrenos atravesados.

*Zona n° 5. Villa Media Agua:* En esta zona se cuenta con los datos proporcionados por 3 perforaciones (pozos n°s. 8, 9 y 10). De acuerdo con el perfil litológico del pozo perforado por el Departamento de Hidráulica (pozo n° 8), y que alcanzó una profundidad total de 233,70 metros bbb., se comprueba en el perfil un franco predominio de arcilla plástica y limos, con muy pocas intercalaciones delgadas de arena de grano muy fino. Se nota también la ausencia de niveles de ripio y gravillas, que se observan en los perfiles de los pozos perforados al norte.

Entre los 57,50 m y 75,65 m el pozo atravesó una napa acuífera de carácter no ascendente, de mala calidad y escaso caudal, que puede considerarse como la napa libre. Esta misma napa es explotada por medio de un molino a viento en el pozo n° 10.

Entre las profundidades de 184,10 m y 186,50 m se determinó la existencia de una acuífera con nivel piezométrico de 14,60 m. Se trata de una napa pobre, ya que los caudales no superan los 3,7 m<sup>3</sup> por hora.

tratándose de agua no apropiada para bebida (ver análisis químico n° VII).

Por último, la perforación de la Azucarera de Cuyo (n° 9), situada a 1 ½ km al oeste de la Villa de Media Agua, alcanzó, a los 345 metros bajo boca de pozo, una acuífera que según los datos obtenidos registró un nivel piezométrico ligeramente negativo, con un caudal horario de 20 m<sup>3</sup>, tratándose de agua de calidad regular, pero no apropiada para bebida. (Ver análisis químico VIII).

Recientemente una perforación ejecutada al Este de la Villa de Media Agua, en el matadero de la misma, ubicó a los 166 metros de profundidad una acuífera que rinde aproximadamente 200.000 litros por hora y 80.000 litros por hora con compresor. Puede pensarse que esta perforación está ubicada en una prolongación hacia el sud de la zona hidrogeológica n° 3, dadas las características de la acuífera.

*Area n° 6. Colonia Santa Marta:* Al sud de la Villa de Media Agua, unos 5 km aproximadamente sobre la ruta nacional n° 40, se halla ubicada esta zona. Existen en la misma tres perforaciones profundas, alineadas de Norte a Sur a lo largo de la ruta. Son ellas las indicadas en el plano con los números 2, 3 y 4, no habiéndose podido establecer entre ellas una continuidad en las acuíferas.

El Pozo n° 4, Balmaceda, alcanzó una profundidad total de 306,40 metros bajo boca de pozo, atravesando una serie de arcillas plásticas con intercalaciones de tosca y niveles arenoso-arcillosos. Según el perfil presentado por la compañía perforadora, sólo se atravesó una acuífera entre los 54 m y 54,50 m, la que no fué ensayada. No se descarta la posibilidad de existencia de otras acuíferas en este perfil, dado que en este pozo se perforó buscando napas surgentes en profundidad, descuidándose el control de las muestras en niveles superiores. Debe tenerse en cuenta que en este pozo, como en otros de la zona, por tratarse de terrenos arcillosos muy blandos, se perforó con rapidez, lo que juntamente con el sistema de inyección de bentonita o arcilla (sistema rotativo), hace posible que al no realizarse un control severo puedan haberse pasado por alto algunos niveles arenosos que eventualmente podrían constituir acuíferas.

Dos kilómetros al sud está el pozo n° 3, o pozo Duo, el que de acuerdo a los datos obtenidos explota una acuífera a los 85 metros, de calidad regular y con un caudal que oscilaría alrededor de los 100 m<sup>3</sup> por hora, de acuerdo a datos verbales obtenidos.

Finalmente, 2 km al sud de este pozo está la perforación que se eje-

cutó en la Escuela Nacional de Tres Esquinas, destinada a dotar de agua potable al establecimiento. La perforación, cuya profundidad final es de 207,30 m bbb., atravesó dos acuíferas. La primera de ellas (107 m - 117 m) es una capa ascendente, con nivel piezométrico negativo de 7,30 metros, tratándose de una napa pobre en lo que a caudales de agua se refiere.

En cuanto a la segunda acuífera (155,42 - 166,50 m), si bien produce mejores caudales, tampoco es explotada por ser algo salobre para bebida. Este perfil muestra mayores intercalaciones arenosas, y con abundancia de yeso en todo el perfil, que el del pozo n.º 4.

*Area n.º 7 — San Carlos:* Esta área hidrogeológica se encuentra situada al sud de la Escuela de Tres Esquinas. Los datos sobre el agua del subsuelo son escasos, no habiéndose realizado hasta la fecha ninguna exploración profunda.

Los únicos datos conocidos son los del pozo n.º 1, al oeste de la antigua laguna del Toro, el que habría alcanzado la primera napa acuífera en 50 metros de profundidad, siendo ésta de escaso caudal y mala calidad.

Con respecto a los datos del pozo n.º 5, situado al oeste del control viejo de San Carlos, son de carácter dudoso, ya que sólo se sabe que se perforó con máquina a percusión, siendo después abandonado, e ignorándose si dicho pozo alcanzó alguna acuífera.

#### ESTUDIO GEOELECTRICO

En esta área de San Carlos, arriba citada., se efectuó un estudio geofísico de prospección geoelectrica por el método de medición de resistividad eléctrica del terreno (sistema del bicomensador con la configuración de electrodos de Wenner).

Dicho estudio sirvió de complemento al trabajo hidrogeológico, cuyo principal objetivo fué el de conocer las posibilidades de explotación de agua subterránea por medio de perforaciones, con destino al regadío de propiedades agrícolas de esta área.

Se registraron 9 perfiles geoelectricos verticales hasta una profundidad máxima de 220 metros, ubicándose 3 de los mismos, con carácter de "registros de comparación", próximos a los pozos n.ºs. 2, 3 y 7, cuyos perfiles litológicos y acuíferos son bien conocidos.

Los 6 perfiles restantes se ubicaron y registraron al sud de la zona de San Carlos, en las ubicaciones señaladas en el plano.



En general las curvas de los perfiles geoelectricos indican, por los bajisimos valores de resistividad obtenidos, que los terrenos son casi totalmente de carácter arcilloso. También se observan pocas variaciones en sus valores de resistividad, lo que significa que el terreno se mantiene casi uniforme hasta las profundidades alcanzadas. Además, dado el espesor reducido de las acuíferas, e intercalaciones arenosas, las mismas aparecen poco marcadas en los perfiles.

Por otra parte, los perfiles de comparación acusan claramente las acuíferas, existiendo en líneas generales una correspondencia entre las anomalías de resistividad registradas y las variaciones del perfil litológico correspondiente, atravesado por la perforación respectiva. (Ver perfiles).

En resumen, los perfiles geoelectricos registrados en el área de San Carlos no denotan claramente la intercalación de capas gruesas de mayor resistividad, lo que coincide con la presunción de que las posibles capas arenosas acuíferas son de espesor reducido, y de que se trata en este caso de acuíferas de poca importancia.

Se concluye que la aplicación de este método en la zona, si bien no da resultados óptimos, puede prestar ayuda en la ubicación de nuevas perforaciones.

#### CALIDAD DEL AGUA SUBTERRANEA EN LA ZONA

Del estudio de los análisis químicos de muestras de agua correspondientes a las acuíferas atravesadas por los pozos en la zona de Media Agua se desprenden las siguientes conclusiones (ver planilla adjunta de análisis de agua) :

- a) Que la napa freática o napa libre es de mala calidad y no apta para consumo humano.
- b) Que en general las napas acuíferas de la zona tienen un alto porcentaje de sales en disolución, con predominio de *sulfatos*. Así lo muestran, con algunas excepciones, los elevados valores de *residuo seco* y de la *dureza total*, superando esta última, por lo general, los 100° franceses.
- c) El agua obtenida en las perforaciones es, por lo general, no apta para bebida, y en cuanto a sus aplicaciones para regadío, se presenta generalmente como *tolerable a mediocre*, pudiéndose utilizar para riego preferentemente en suelos arenosos con buen drenaje. En suelos de tipo arcilloso, como los que

predominan en la región, deben tenerse cuidados especiales. En algunos casos particulares, como en el pozo n° 18, la acuífera de los 93 metros de profundidad es de mala calidad, pudiendo traer su aplicación para riego efectos nocivos sobre la vegetación. Se comprueba en el análisis correspondiente (análisis n° IV) no sólo una alta concentración salina, sino especialmente un exceso de cloruros de sodio. El valor del coeficiente de álcali es por cierto muy inferior al límite permisible.

- d) Como excepción en la zona, por su buena calidad, debe citarse el agua obtenida a 93,80 metros de profundidad en el pozo n° 2 de la Colonia Fiscal, aunque se trata de una napa pobre en caudales. Igualmente el análisis del agua de la napa de 207,50 m, en el pozo n° 15, acusa buena calidad.
- e) El agua superficial, de acuerdo al análisis químico de muestras correspondientes a un canal de regadío, se presenta poco apropiada para bebida, aunque apta para riego (ver análisis n° XI). Su alto contenido en sulfatos es uno de los inconvenientes que la hacen poco potable.

En algunos casos, como en la Escuela de Tres Esquinas, se perforó especialmente un pozo profundo en busca de agua de buena calidad. Lamentablemente la napa de 155-166 metros, que quedó finalmente en explotación, resultó demasiado salobre para bebida. El análisis correspondiente acusa 142° Franceses de Dureza, con un valor de residuo seco de 3.600 mg/litro, con predominio de sulfatos, y un índice de Kelly de 1,5.

Es, por cierto, una característica de los sedimentos aluviales el presentar mucha irregularidad en la calidad de las napas acuíferas en ellos contenidas (Meinzer <sup>12</sup>, pág. 244). Ello se debe a que estos sedimentos contienen considerables cantidades de sustancias minerales, tales como yeso, sal, etc., precipitadas a partir de soluciones, y en otros casos por intercalación de capas tobáceas. Como es obvio, la distribución de estas sales se efectúa en forma irregular, existiendo por consiguiente mayores concentraciones salinas en determinados niveles. Tal sería también la explicación del fenómeno de acuíferas de buena calidad intercaladas entre otras de mala calidad. Es evidente que las arcillas y arenas del subsuelo de Media Agua tienen un alto contenido yesífero, y ello explica los elevados valores de dureza total que muestran los análisis de agua en la mayoría de los casos. Ello también apoya la suposición de que las acuíferas de la zona estarían alimentadas primor-

Análisis N°	Dureza total en grados franceses (°F)	Índice de Kelley	Residuo seco a 105°C en Mgr/litro	Reacción a la Fenolftaleína	Coeficiente de Alcali	Conductibilidad eléctrica en Mohs X 10 <sup>-6</sup>	Sulfato (SO <sub>4</sub> ) en Mgr/litro	Cloruro (Cl) Mgr/litro	Bicarbonato CO <sub>3</sub> H en Mgr/litro	Sulfato (SH) Mgr/litro	Fluor (F)	Calcio (Ca) Mgr/litro	Magnesio (Mg) Mgr/litro	Sabor-Olor-Color	Aptitud	Otros
I.....			6.116	Alcalina			2.606	1.064				770	150	Salada	No potable	
II.....	31°32		947	Acida			343	245				133	42		Potable	Na K 196
III.....	18°2	0,4	948			1.427	370	163	122			62	7			Na K 813
IV.....	117°7		3.816		1,8		1.286	1.058	140			347	74		Mala para riego	Na K 555
V.....	97°3		2.936		3,4	5.787	1.267	540	122			289	60		Mediocre para riego	
VI.....	148°3		3.432		8,7	3.567	2.074	131	61			538			Tolerable para riego	Na K 419
VII.....	120°6		4.363	Lev. Alcalina			1.768	333				628	48		Algo salada	
VIII.....	145°		600				259	59	148	0,4					Apta	Ph 8,1
IX.....			1.202				326	177		326					Apta	Ph 8,1
X.....			824				223	129		184					Apta	Temp. 21°C
XI.....	130°		830				344	56	188		0,7				Inapta	Ph 8,1

dialmente desde el norte, es decir, en relación con la cuenca del Tulum (río San Juan), teniendo en cuenta que el alto contenido salino estaría en relación con el prolongado recorrido del agua subterránea en contacto con ese tipo de sedimentos. En resumen, en la zona oriental o de Media Agua, las aguas subterráneas son generalmente salobres y de calidad regular a mala.

En cuanto a la zona occidental, se comprueba que tanto las aguas subterráneas provenientes de las diferentes vertientes, como las alumbradas por el pozo de las Aguaditas (pozo n° 33, análisis IX y X) se presentan en general como de buena calidad para bebida y regadío.

- I) Colonia Fiscal. Pozo n° 12. Departamento de Hidráulica de la Provincia de San Juan. Profundidad de la muestra: 11,90 a 13 metros.
- II) Colonia Fiscal. Pozo n° 12. Depto. de Hidráulica. Profundidad de la muestra: 93,80 m a 97,90 metros.
- III) Cochagual. Pozo n° 15. Perforó Tecnicagua S. A. Profundidad de la muestra: 207,50 a 225,50 metros. (Pozo Furlotti).
- IV) Cochagual. Pozo n° 18 (Pozo Lanteri). Perforó: Tecnicagua. Prof. de la muestra: 81 a 93 m.
- V) Cochagual. Pozo n° 24 (Pozo Collado). Perforó: Pluvia S. A. Prof. de la muestra: 138 a 150 metros.
- VI) Colonia San Antonio. Pozo n° 7 (Pozo Carlos Herce). Perforó: Sanmartino S.A. Prof. de la muestra: 116 a 136,50 m.
- VII) Pozo Villa Media Agua. Pozo n° 8. Perforó Depto. Hidráulica. Prof. de la muestra: 184,10 a 186,50 m.
- VIII) Pozo al oeste de la localidad de Villa Media Agua. Pozo Azucarera de Cuyo (n° 9). Perforó O.S.N. Prof. de la muestra: 265 m.
- IX) Las Aguaditas. Pozo n° 33. Perforó Dirección de Minas. Prof. de la muestra: 2,23 m a 7 metros.
- X) Las Aguaditas. Pozo n° 33. Perforó: Dirección de Minas. Prof. de la muestra: 22 m a 30,60 m.
- XI) Agua superficial. Canal de riego, Villa de Media Agua.

#### ORIGEN Y MOVIMIENTO DEL AGUA SUBTERRANEA EN LA ZONA DE MEDIA AGUA

No se ha comprobado experimentalmente la dirección y sentido de movimiento del agua subterránea en la zona de Media Agua, pero del análisis de las condiciones geológicas e hidrogeológicas de la región

surge cada vez más clara la posibilidad de que las acuíferas de la zona de Media Agua sean alimentadas desde el norte, es decir, primordialmente desde la cuenca subterránea del Valle del Tulum.

Las observaciones efectuadas en base a los datos obtenidos en las perforaciones de la zona evidencian la falta de aportes hídricos desde el oeste, que es la otra dirección desde donde podría efectuarse la alimentación de esas acuíferas.

Los elementos de juicio en que se basan estos razonamientos son los siguientes:

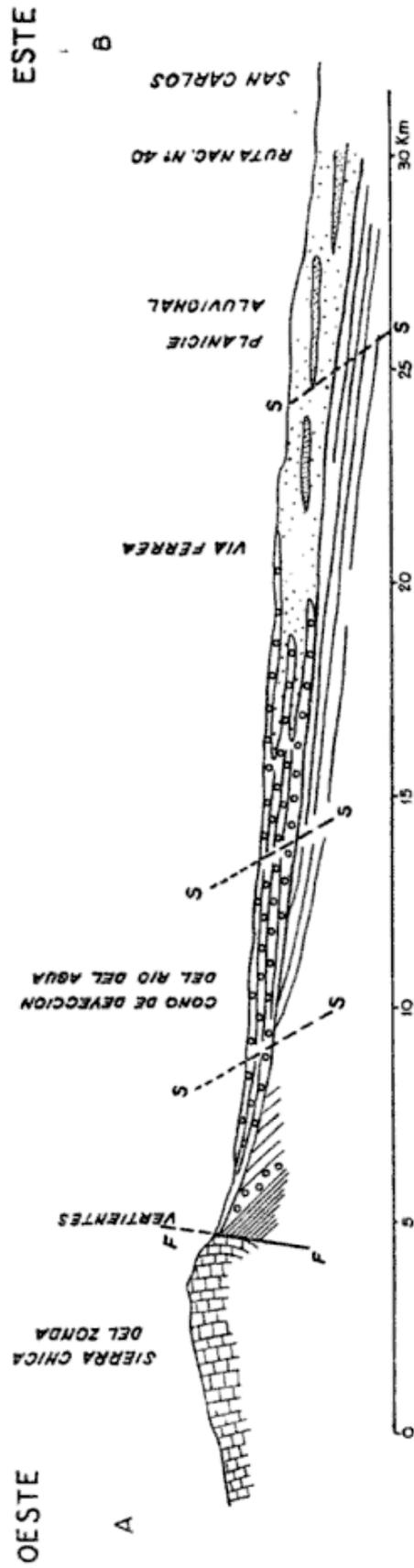
- a) Falta de niveles conglomerádicos en los perfiles litológicos de las perforaciones de Media Agua. Las acuíferas están constituidas esencialmente por arenas finas y gravillas que denotan transporte a larga distancia.
- b) Falta de napas surgentes en las perforaciones de Media Agua.
- c) Las acuíferas son generalmente de caudales pobres y con niveles piezométricos negativos.
- d) *Calidad del agua.* Las aguas subterráneas de la zona de Media Agua son por lo general muy salinizadas, con altos valores de residuo seco y dureza total, difiriendo bastante del agua obtenida en las perforaciones de las Aguaditas y las vertientes occidentales.

#### HIDROGEOLOGIA DE LA ZONA OCCIDENTAL

Se hace referencia aquí a la zona comprendida entre la vía férrea y las primeras estribaciones de la Sierra Chica del Zonda al oeste. El límite norte estaría definido aproximadamente por el Cerro Valdivia, al norte del cual se han constatado diferentes condiciones hidrogeológicas, y el meridional por la zona algo al sud de la estación Huacacha.

*Vertientes:* En cuanto a las condiciones hidrogeológicas en esta zona, debe mencionarse ante todo una serie de vertientes ubicadas en las estribaciones orientales de la Sierra Chica del Zonda, al frente de la zona de estudio. Estas son, entre otras, la de los *Berros*, *El Durazno*, *Pedernal*, *El Acequión*, *Cieneguita*, etc., las que son descritas en detalle en el trabajo sobre aguas minerales de la provincia de San Juan (14, págs. 194, 128, 120 y 140).

Algunas de ellas, como la de los *Berros* y *Cieneguita*, brotan en fisuras de las calizas del Cambro-Ordovícico. Sin duda están estas ver-



**REFERENCIAS:**

- Conos de deyección y depósitos pedemontanos
- Sedimentos fluvio-lacustres
- Terciario-Calchaqueno
- Calizas cambrio-andovíticas
- F-F Fallas comprobadas
- S-S Fallas supuestas
- Carbonífero

Plano 3

tientes relacionadas a las fallas que han permitido el levantamiento en bloques de esas calizas. Se trata de aguas hipotermales, cuyo origen evidentemente no es muy profundo. Los caudales obtenidos en la *Cieneguita* son aproximadamente de 54 m<sup>3</sup>/hora, siendo utilizados en obras de riego artificial. En los *Berros* existen, además de la vertiente principal, otras de carácter secundario, algunas de las cuales brotan de la cubierta de sedimentos recientes. El agua de los *Berros* es utilizada para abastecimiento de la población del mismo nombre y de los establecimientos de explotación de cal del lugar. El excedente es conducido por medio de un canal a la estación del ferrocarril de Cañada Honda.

Las vertientes de *Pedernal*, ya dentro del ámbito de la Sierra Chica del Zonda, brotan en dos puntos diferentes y de sedimentos terciarios (análogamente a los casos anteriores, tienen su origen en fracturas vinculadas a las fallas de rumbo submeridional, que determinan la estructura de la sierra). Estas vertientes dan origen al río del *Pedernal*. Se trata de agua atermal, de mineralización media, y su origen debe buscarse en aguas meteóricas infiltradas al oeste y que salen a la superficie por causa de fallas.

*Cono de deyección del Río del Agua.* — Uno de los elementos hidrogeológicos de mayor interés en esta zona es el cono de deyección del Río del Agua, que ya fuera citado en el capítulo de Geomorfología. Este cono, que se extiende hacia el este hasta las inmediaciones de la vía férrea, ocupa aproximadamente una superficie de 200 km<sup>2</sup>, estando formado por material detrítico grueso y de alta porosidad. Es, evidentemente, una zona favorable para el movimiento de agua subterránea, especialmente si se tiene en cuenta el aporte hídrico proveniente de la zona montañosa del oeste y de las infiltraciones del mismo Río del Agua y sus afluentes.

Como ya anotáramos, se pensó *a priori* que la existencia de este cono aluvial era un buen indicio en el sentido de la existencia de aportes de agua subterránea hacia la zona oriental, y hasta llegó a creerse que las acuíferas de Media Agua, y especialmente las de la zona de San Carlos fueran alimentadas total o parcialmente por agua de esta zona. No obstante, estas suposiciones no han sido confirmadas, ya que faltan elementos conglomerádicos gruesos en el subsuelo de Media Agua, cuyas acuíferas presentan como elemento litológico más grueso, y esto excepcionalmente, capas de gravillas. Por otro lado, ya hemos expresado en el capítulo de la calidad del agua subterránea las diferencias marcadas entre ambas zonas.

A todo esto debe agregarse el hecho fundamental de que las perforaciones de la zona oriental no han alcanzado napas surgentes, las que, considerando el desnivel con las posibles zonas de alimentación, deberían existir con toda probabilidad, viniendo el agua desde el oeste y de acuerdo a los principios hidráulicos que rigen el movimiento del agua subterránea en una cuenca de tipo artesiano.

Otras perforaciones, ejecutadas bastante al naciente de Media Agua, como la de la Laguna del Rosario (profundidad total: 294 metros), no han atravesado ninguna acuífera, y en consecuencia ninguna surgente. La perforación n° 9 del F. C. del Estado, línea Pie de Palo a Mendoza, Km. 45-910, atravesó capas de arcilla y arena fina, y evidencia la presencia de cuatro napas acuíferas, ninguna de ellas de carácter surgente.

No debe descartarse la existencia de un *control tectónico* (además del sedimentario), en el movimiento del agua en la zona occidental, ya que la presencia de fallas de comprobada existencia regional interseccionarían los sedimentos del cono de deyección, circunstancia comprobada fehacientemente en algunos casos, y con más razón en los sedimentos fluvio-lacustres. Jugarían entonces esas fallas un rol de importancia en la distribución del agua en el subsuelo, al impedir posiblemente su paso hacia el oeste, con lo que la zona de Media Agua no recibiría aportes hídricos desde esa dirección.

*Las Aguaditas:* En esta localidad afloran sedimentos del Terciario correspondientes al grupo Calchaquí ya descrito, y que evidentemente han quedado al descubierto por erosión de los sedimentos de los conos de deyección. Existe una perforación realizada en el año 1933 por la Dirección de Minas de la Nación, la que alcanzó una profundidad final de 186,86 metros. Se atravesaron dos acuíferas. La segunda, alcanzada a los 22 metros, resultó surgente, con un nivel piezométrico positivo de 4 metros y un caudal horario de 26,18 m<sup>3</sup>/hora. Aparentemente esta acuífera está formada por capas de aglomerado, rodados y gravillas, constituyendo un nivel que no vuelve a repetirse en el perfil atravesado por el pozo. Si bien se incluye este nivel estratigráfico en el Plioceno, es muy probable que el mismo sea más moderno, correspondiendo a los conos de deyección cuaternarios por sus características litológicas.

Surge además la posibilidad de la existencia de una falla en el lugar, a lo largo de la cual ascendería el agua subterránea.

El pozo atraviesa, hasta su profundidad final, una sucesión de arcillas pardo rojizas a gris rosado, algo arenosa y calcárea, con abundan-

tes intercalaciones de areniscas poco cementadas y friables, concreciones calcáreas, etc., del mismo color y que son típicas del Terciario.

*Zona Cerro Valdivia:* El Cerro Valdivia, constituido por rocas del Basamento cristalino, que acusan un fuerte metamorfismo (Groeber 7, pág. 27), se halla situado al noreste de la zona de estudio.

Al sud del Cerro se han perforado algunos pozos, no obteniéndose ningún resultado positivo en lo que a hallazgo de acuíferas concierne. Por otra parte, al norte del mismo, en la zona al oeste de Carpintería, los pozos perforados han alcanzado acuíferas que rinden buenos caudales, en algunos casos en napas surgentes.

Aparentemente existe una faja de basamento sobreelevado, que con rumbo noreste-sudoeste, une al Cerro Valdivia con los Cerrillos de Barbosa. Este umbral jugaría un rol de importancia en la distribución del agua del subsuelo en la zona, al actuar como un verdadero dique subterráneo. Por otro lado, las napas surgentes alcanzadas por perforaciones al norte del Cerro Valdivia, corresponderían a la prolongación de la faja de surgencia de la gran cuenca subterránea del Valle del Tulum.

#### CONDICIONES TECNICAS DE PERFORACION Y EXPLOTACION DE POZOS EN LA ZONA DE MEDIA AGUA

*Perforación:* La mayoría de los pozos en la zona de Media Agua han sido perforados con máquinas del sistema Rotary, que sin duda es el más adecuado por tratarse de terrenos blandos y por tener intercalaciones de arena fina a veces desmoronable. En estos casos la columna de inyección contribuye a mantener intactas las paredes de los pozos.

El criterio utilizado para ubicar las napas acuíferas ha sido bastante elemental, ya que se basa sólo en el análisis macroscópico del "cutting" o muestras de canaleta. En esta forma se trata de ubicar las capas arenosas o de gravillas que se suponen son acuíferas. Luego se procede a entubar hasta una profundidad determinada dejando el caño filtro frente a la acuífera seleccionada. Sin duda este método tiene sus inconvenientes, ya que por tratarse de terrenos blandos en los que se perfora con rapidez, y por tratarse de acuíferas de espesor reducido intercaladas en gruesos paquetes arcillosos, pueden fácilmente ser pasadas por alto. En consecuencia la elección de la acuífera se hace sólo bajo un criterio granulométrico, al no efectuarse perfilajes eléctricos, ensayos previos de caudales, depresión, índice de productividad y calidad del

agua antes de entubar definitivamente el pozo y dejar ubicados los caños filtro en las profundidades adecuadas. Es así como algunos pozos de exploración declarados improductivos, pozos 4 y 28, no han sido siquiera ensayados, lo que permite pensar que podrían muy bien haber atravesado acuíferas productivas.

Dos soluciones se plantean para este problema. En primer lugar prestar el máximo de atención al muestreo de boca de pozo, el que deberá ser realizado por una persona idónea y responsable. En segundo lugar deberá tratarse de aplicar el perfilaje eléctrico de los pozos antes de entubarlos. Esto permitiría ubicar y seleccionar con más exactitud la o las acuíferas a explotar, y a la vez facilitar la mejor colocación de los caños filtros.

*Caños filtro. Terminación de pozos y producción.* — Siendo las napas acuíferas de la zona principalmente formadas por arena fina a mediana, uniforme y poco cementada, y más raramente por gravillas, surge la necesidad de prestar especial atención al problema de los *caños filtro*, ya que por lo general se han instalado filtros del tipo “*caño ahujereado*”, lo que constituye un error fundamental, debido a que en la mayoría de los casos se produce el llamado fenómeno de “embancamiento” con excesivo bombeo de arena y acumulación de la misma dentro del pozo, produciéndose su obstrucción total o parcial. En muchos pozos se ha producido así la reducción de los caudales a un mínimo o han cesado de producir por acumulación de arena en las cañerías.

No es raro observar que algunos pozos de la zona bombeen tanto arena como agua, y existe el caso de un pozo que en el lapso de 5 años debió repararse la bomba otras tantas veces por el desgaste producido en las turbinas de la bomba de profundidad por acción de la arena. Ultimamente se ha puesto en práctica el llamado “*engravamiento*” de los pozos o uso del filtro de grava artificial, o sea el rellenamiento del espacio anular entre la pared del pozo y el filtro y la cañería de bombeo, con granza o grava fina. Este procedimiento si bien mejora las condiciones de explotación, y muchas veces elimina la formación de “campanas” (cavidades frente a los filtros), no elimina por completo la extracción de arena.

Las soluciones propuestas entonces son las siguientes:

- 1º Utilizar filtros de malla metálica de abertura adecuada al tamaño de los granos de la acuífera, y contruídos con metales apropiados de acuerdo a las características incrustantes o corrosivas del agua a extraer de la perforación. Para el caso de

las acuíferas formadas por arena fina y de tamaño uniforme deberán utilizarse filtros de malla apropiada con engravado artificial.

- 2º Desarrollo conveniente del pozo antes de entrar en producción por medio de uno de los varios procedimientos de tipo mecánico existentes, ya sea el de los “*Agitadores de Pistón*” que produce un flujo alternado a través de las aberturas del filtro y en la acuífera alrededor del mismo, o el método del “Aire comprimido”. Cualquiera sea el método aplicado el objetivo primordial de su uso es el de remover el “silt” y la arena más fina en la zona más próxima al caño filtro, hasta obtener un pozo “*estabilizado*”, con mayor producción de agua y mínima de arena durante el bombeo.

En cuanto a las condiciones de producción, dado que en general se trata de acuíferas poco caudalosas, es aconsejable colocar las bombas de profundidad bastantes bajas en el pozo, a veces hasta los 45 metros utilizando si es posible, 3 ó 4 cámaras.

#### CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

De todo lo expuesto precedentemente y con miras a obtener el mejor aprovechamiento de los recursos de agua subterránea en la zona de Media Agua deberá tenerse en cuenta los siguientes puntos:

##### 1º *Explotación:*

- a) Se sugiere realizar una perforación de exploración profunda (hasta 800 metros de profundidad), en la zona de San Carlos, y algo al oeste de la antigua Laguna del Toro. Esta perforación para la que se aconseja el uso de una máquina rotativa, permitirá conocer el espesor de los sedimentos fluvio-lacustres cuaternarios, y entrar en los terrenos infrayacentes, con toda probabilidad el Terciario.

Se podrá también así constatar la posible existencia de acuíferas productivas en el Terciario, aunque se prevé, que como ocurre con todas las aguas subterráneas que circulan en estos sedimentos, éstas se hallan altamente mineralizadas.

- b) Realizar dos perforaciones de exploración con una profundidad aproximada de 300 metros (trescientos), las deberán ubicarse al este y oeste de la Estación Huanacache, a 3 ó 4 km

de distancia de la misma. (Ver ubicación propuesta en el plano adjunto al presente trabajo). Para estas perforaciones deberá utilizarse máquina de percusión a cable. Los datos obtenidos en las mismas permitirán aclarar las relaciones entre los sedimentos del Cono de Deyección del Río del Agua, y los sedimentos fluvio-lacustres, como así también el carácter del movimiento y acumulación del agua subterránea en esa área.

- c) Efectuar la prospección geofísica por medio de perfiles geoelectrónicos sobre la línea este-oeste que pasa por la Estación Huanacache del Ferrocarril, y a lo largo de líneas paralelas a esa, y al norte de la misma.

### 2º Explotación:

En cuanto a la ejecución de nuevas perforaciones en las zonas productivas (Colonia Sílvica, Cochagual, Colonia San Antonio, etc.), deberá ponerse especial cuidado en los procedimientos técnicos de perforación y terminación de pozos, a fin de poder explotar las acuíferas más apropiadas, y obtener el mayor rendimiento de las mismas.

Con respecto a las zonas como Colonia Fiscal, Media Agua y Colonia San Carlos, que son las que presentan perspectivas más desfavorables, se deberá proceder con cautela y sin exceso de optimismo al ejecutar nuevas perforaciones. Los caudales que puedan obtenerse en esas zonas, hasta profundidades de 250 metros serán por lo general pobres para regadío, y la calidad del agua, salobre y de poca potabilidad.

La perforación aconsejada en San Carlos, podría abrir nuevas perspectivas con respecto a acuíferas profundas.

### BIBLIOGRAFIA

1. AMOS, A. J. 1954. *Estructura de las formaciones paleozoicas de la Rinconada, pie oriental de la Sierra Chica del Zonda (San Juan)*. — Asoc. Geol. Arg., t. IX, nº 1.
2. ALASCIO, B. V. 1941. *Observaciones geológicas del Cerro Valdivia*. — Tesis Universidad de Buenos Aires. — B. I. P. de Y.P.F.
3. BARNES, J. R., ELLIS, W. C. y otros. 1949. *Geology and Ground Water in the irrigated region of the Southern High Plains in Texas*. — Report nº 7. Texas Board of Water Engineers. — Texas, E.U.A.

4. BRACACCINI, O. 1946. *Contribución al conocimiento geológico de la Precordillera Sanjuanino-Mendocina*. — B. I. P. de Y.P.F., Buenos Aires.
5. BREWSTER, B. y BUSHMAN, F. X. 1957. *Guides for development of the Irrigation wells near Clayton, Union County, New Mexico*. — New Mexico Institute of Mining and Technology, Socorro, N. M., E.U.A.
6. DIRECCIÓN GENERAL DE INDUSTRIA MINERA. 1949. *Diez años de perforaciones. 1926-1935*. — Publicación 139, II. — Buenos Aires.
7. ENGELN VON, O. D. 1953. *Geomorphology*. — The Macmillan Co., New York, E.U.A.
8. DUNBAR, C. O. y RODGERS, J. 1957. *Principles of Stratigraphy*. — John Wiley Sons Inc., New York.
9. FERRIS, J. G. y SAYRE, N. A. 1955. *The quantitative approach to ground water investigations*. — Economic Geology. — Fiftieth Anniversary Volume
10. GROEBER, P. 1948. *Datos Geológicos de la Provincia de San Juan*. — Aguas Minerales de la República Argentina, Vol. IX.
11. GROEBER, P. y TAPIA, A. 1926. *Condiciones Geológicas de la Quebrada de Ullún en relación con un proyectado dique de embalse*. — D. G. de Minas, Geología e Hidrología, Public. Nros. 25 y 26. Buenos Aires.
12. MEINZER, O. E. 1923. *The occurrence of ground water in the Western States*. — U. S. Geological Survey Water Supply Paper n° 489, Washington, E.U.A.
13. RODRÍGUEZ, E. J. 1954. *Estudio Hidrogeológico de la Zona Noreste de Mendoza*. — Informe del Instituto de Investigaciones Económicas y Tecnológicas de Mendoza.
14. SUSSINI, M., HERRERO DUCLOUX, E. y otros. 1948. *Aguas minerales de la República Argentina. Provincia de San Juan*. — Vol. IX. Buenos Aires.
15. TAPIA, A. 1935. *Pilcomayo*. — Boletín de la Dirección de Minas y Geología, n° 40, Buenos Aires.
16. ZAKALIK, B. *El agua subterránea en el Valle del Tulum, San Juan*. — Informe de la Comisión Nacional de Olivicultura.

Manuscrito recibido julio 1958.